

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE CUATRO FRECUENCIAS DE FERTIRRIEGO EN HIDROPONÍA
PARA LA REPRODUCCIÓN DE MINITUBÉRCULOS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L)
VARIEDAD LOMAN, PARA PRODUCCIÓN DE SEMILLA PREBÁSICA CON CALIDAD
FITOSANITARIA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS DESARROLLADOS EN EL CENTRO
EXPERIMENTAL DOCENTE DE AGRONOMÍA –CEDA-, UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA CENTRO AMÉRICA**

JULIA MARÍA CAMEL FRANCO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2011

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE CUATRO FRECUENCIAS DE FERTIRRIEGO EN HIDROPONÍA
PARA LA REPRODUCCIÓN DE MINITUBÉRCULOS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L)
VARIEDAD LOMAN, PARA PRODUCCIÓN DE SEMILLA PREBÁSICA CON CALIDAD
FITOSANITARIA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS DESARROLLADOS EN EL CENTRO
EXPERIMENTAL DOCENTE DE AGRONOMÍA –CEDA-, UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA CENTRO AMÉRICA**

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA

POR

JULIA MARÍA CAMEL FRANCO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERA AGRÓNOMA

EN

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR MAGNÍFICO
LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS**

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO

Dr. Lauriano figueroa

VOCAL PRIMERO

Dr. Agr. Ariel Ortiz

VOCAL SEGUNDO

Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García

VOCAL TERCERO

Ing. Agr. MSc. Oscar Rene Leiva Ruano

VOCAL CUARTO

Br. Lorena Carolina Flores Pineda

VOCAL QUINTO

P. Agr. Josué Antonio Martínez Roque

SECRETARIO

**Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría
Escobedo**

Guatemala, noviembre de 2011

Guatemala, noviembre del 2011

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las norma establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado: “EVALUACIÓN DE CUATRO FRECUENCIAS DE FERTIRRIEGO EN HIDROPONÍA PARA LA REPRODUCCIÓN DE MINITUBÉRCULOS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L) VARIEDAD LOMAN, PARA PRODUCCIÓN DE SEMILLA PREBÁSICA CON CALIDAD FITOSANITARIA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS DESARROLLADOS EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DOCENTE DE AGRONOMIA –CEDA- ,UBICADO EN EL CAMPUS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA CENTRO AMÉRICA”, como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

JULIA MARÍA CAMEL FRANCO

ACTO QUE DEDICO

A :

DIOS

Nuestro Señor, por darme la vida y guiarme, protegerme e iluminarme siempre, al llenarme de fortaleza en los momentos de mayor debilidad en mi vida.

MIS PADRES

José Luis Camel de León y Olga Marina Franco, con amor por ser lo más grande y sagrado con lo que DIOS me ha bendecido, por sus consejos, por su apoyo, por la paciencia que me han demostrado en cada momento, por ser los pilares en los que se ha cimentado mi vida desde el día de mi nacimiento, los llevo siempre en mi corazón y en mis pensamientos.

MIS HERMANOS

Álvaro Arturo Ceballos Franco, y en especial a Juan José Camel Franco, porque de una forma única me demostró su apoyo, siendo cuando lo necesité mi amigo y mi rumbo, gracias por creer en mí y a la vez cuidarme, DIOS los bendiga.

MI FAMILIA

Por el afecto que siempre me han demostrado, y los bellos momentos que permanecen en mi mente.

MIS AMIGOS

Kelder Ortiz, Paola Cedillo, Candida Tacam, Bessy García, Víctor Macario, Julia Castellanos, Marvin Pec, José Castillo, por su cariño y apoyo demostrado día con día desde el momento en que DIOS los coloco en mi vida.

PERSONAS ESPECIALES

Rosa Pérez, José Palacios, Cesar Torres, Gustavo Jacinto, por ese incondicional cariño demostrado, gracias por hacerme sentir parte de su familia , gracias Señor por que los agregó uno a uno en mi vida justo cuando menos lo esperaba, pero en el momento que más los necesitaba.

TRABAJO DE GRADUACION QUE DEDICO

A:

DIOS

Ser supremo que ilumino y guío mi camino, brindándome en todo momento la fortaleza necesaria para enfrentar cualquier adversidad, protegiéndome de todo peligro hasta poder alcanzar mis metas y anhelos.

MI PAIS

Guatemala, que mis logros puedan contribuir en el desarrollo de este hermoso lugar de la eterna primavera.

**UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE
GUATEMALA**

Centro de estudios distinguido, que me acogió durante mi formación profesional, permitiéndome alcanzar un desarrollo integral.

FACULTAD DE AGRONOMIA

Unidad académica fundamental, al ser este un país agrícola, esta se encuentra comprometida con la educación y excelencia de sus egresados, para cumplir con las actividades que nos conlleven hacia la prosperidad como país.

**ESCUELA NACIONAL CENTRAL
DE AGRICULTURA –ENCA-**

Alma mater a la que llegué siendo una niña, lugar al que además de mi educación académica le agradezco la forma en la que me hizo ver la vida, al demostrarme que todo logro merece un esfuerzo, que para alcanzar nuestras metas debe existir un compromiso con ellas, y esto implica sacrificio que al final se transforma en recompensa para nosotros y nuestros seres queridos.

AGRADECIMIENTOS

A:

MIS PADRES

Olga Marina Franco, José Luis Camel de León, por el amor que he recibido desde el día de mi nacimiento, los cuidados y el apoyo incondicional y desinteresado, por la confianza que me brindaron y el sacrificio que han llevado a cabo para permitirme llegar al día de hoy.

MIS HERMANOS

Juan José Camel Franco, Álvaro Arturo Ceballos Franco, por su apoyo incondicional y las buenas intenciones que han demostrado siempre que han estado a mi lado.

MIS ASESORES

Ing. Agr. Domingo Amador (QEPD)
Msc. Amilcar Sanchez
Ing. Agr. Guillermo Mendez.
Por los consejos y la confianza que me brindaron, así como el tiempo y la paciencia que se tomaron para la revisión de mis documentos.

INGENIEROS AGRONOMOS

Jorge Mario Cabrera Madrid, Kelder Alexis Ortiz Cardona, por sus consejos, y el ejemplo de excelentes profesionales y grandes seres humanos, además del cariño que me han demostrado.

A LA SUBÁREA DE CIENCIAS QUÍMICAS

Por darme la oportunidad de haber formado parte de su equipo de trabajo durante tres años, le agradezco la motivación para ingresar a esta etapa laboral al M. Artium. Romeo Pérez Morales y la confianza que siempre me demostró.

MIS COMPAÑEROS

Diego Méndez, Heberto Rodas, Cesia Ovando, y demás personas que han estado a mi lado y escapan en este momento de mi memoria.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
RESUMEN GENERAL	xi
CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DEL CENTRO EXPERIMENTAL DOCENTE DE AGRONOMÍA –CEDA- UBICADO EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	1
1.1. Presentación	3
1.2. Objetivos	5
1.2.1. General.....	5
1.2.2. Específicos.....	5
1.3. Metodología.....	6
1.3.1. Caminamientos	6
1.3.2. Revisión de Literatura.....	6
1.3.3. Entrevistas personales	7
1.4. Descripción del área.....	8
1.4.1. Localización.....	8
1.4.2. Clima y zona de vida	8
1.4.3. Superficie	9
1.4.5. Geología y geomorfología	9
1.4.5. Suelos	10
1.4.6. Personal de Campo.....	10
1.4.7. Descripción detallada de los recursos e Infraestructura para el área del CEDA.....	12
1.4.8. Descripción de la Infraestructura	14
1.4.9. Distribución de los campos del CEDA	16
1.4.10. Priorización de problemas	21
1.4.10.1. Árbol de problemas elaborado para el -CEDA-	21
1.4.10.2. Matriz de doble entrada para la priorización de problemas en el CEDA	22
1.4.11. Análisis de la matriz de priorización de problemas.....	23
1.4.11.1. Planificación Estratégica (12)	23
1.4.11.2. Áreas con Potencial Sub-utilizado (10).....	24
1.4.11.3. Poca/Baja Productividad (7)	24
1.4.11.4. Poca Disponibilidad de mano de Obra (5).....	25
1.4.12. FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) realizado en los campos del CEDA	25
1.4.13. Problemática del área.....	26

CONTENIDO	PÁGINA
1.4.14. Los efectos de estos problemas	29
1.4.15. Análisis del FODA (Fortalezas Oportunidades Debilidades y Amenazas)	30
1.4.15.2. Debilidades del CEDA.....	32
1.4.15.3. Oportunidades para el CEDA.....	34
1.4.15.4. Amenazas para el CEDA	34
1.5. Conclusiones	36
1.6. Recomendaciones	38
1.7. Bibliografía	40
1.8. Anexos	41
CAPÍTULO II. EVALUACIÓN DE CUATRO FRECUENCIAS DE FERTIRRIEGO EN HIDROPONÍA, PARA LA REPRODUCCION DE MINITUBÉRCULOS DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.) VARIEDAD LOMAN, PARA PRODUCCIÓN DE SEMILLA PREBÁSICA CON CALIDAD FITOSANITARIA	47
2.1. Introducción	49
2.2. Planteamiento del problema	51
2.3. Justificación	52
2.4. Objetivos	53
2.4.1 General	53
2.4.2 Específicos.....	53
2.5. Hipótesis	54
2.5.1 Hipótesis nula	54
2.5.2 Hipótesis alternativa.....	54
2.6. Marco conceptual.....	55
2.6.1. Marco teórico	55
2.6.1.1. Descripción de la papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	55
2.6.1.2. Clasificación taxonómica de la papa (Jones S):.....	55
2.6.1.3. Análisis de nutrimentos	56
2.6.1.4. Zonas de producción.....	57
2.6.1.5. Cultivares recomendados	60
2.6.1.6 Situación actual e importancia del cultivo de la papa en Guatemala	60
2.6.1.7. Producción de semilla de papa certificada.....	61
2.6.1.9. El concepto de semilla de papa	65
2.6.1.10. Semilla de calidad	66
2.6.1.11. Producción de semillas en invernadero	66
2.6.1.12. Clasificación del tubérculo	67
2.6.1.13. Debilidades en los sistemas de producción de semilla en América latina....	67
2.6.1.14. Importancia y concepto de riego	68
2.6.1.15. Consideraciones prácticas en la frecuencia de riego	69
2.6.1.16. Riego de la papa	70
2.6.1.17. Necesidades de riego	70'

CONTENIDO**PÁGINA**

2.6.1.18. Principios de las técnicas de cultivo sin tierra (Hidroponía).....	71
2.6.1.19. Ventajas de la hidroponía	72
2.6.1.20. Hakaphos Rojo 18-18-18.....	75
2.6.2 .Marco Referencial	76
2.6.2.1. Localización.....	76
2.6.2.2. Clima y zona de vida	76
2.6.2.3. Superficie	77
2.6.2.4. Geología y geomorfología	77
2.6.2.5. Suelos	78
2.7. Metodología y recursos	79
2.7.1. Metodología.....	79
2.7.1.1. Obtención del material Experimental.....	79
2.7.1.2. Elaboración de la solución nutritiva	80
2.7.1.3. Descripción del sistema de fertirriego.....	81
2.7.1.4. Tratamientos	82
2.7.1.5. Descripción del manejo agronómico del cultivo durante la fase de campo/invernadero.	83
2.7.1.6. Diseño experimental.....	84
2.7.1.7. Aleatorización.....	84
2.7.1.8. Toma de datos	86
2.8.Resultados y discusión.....	89
2.8.1 Análisis estadísticos aplicados a la investigación.....	92
2.8.1.1 Análisis de la varianza aplicado a la Variable Peso en gramos de todo el Tratamiento	92
2.8.1.2 Análisis de varianza aplicado a la variable Número de mini tubérculos obtenidos en los cuatro tratamientos	93
2.8.1.3 Análisis de varianza aplicado a la variable diámetros de los mini..... tubérculos obtenidos en los cuatro tratamientos.....	95
2.9. Conclusiones.....	102
2.10.Recomendaciones.....	103
2.11.Bibliografía	104
2.12. Anexos	106
 CAPÍTULO III. INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DOCENTE DE AGRONOMÍA –CEDA- DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	 113
3.1 Presentación	115

CONTENIDO	PÁGINA
3.2 SERVICIO 1. ELABORACIÓN DE UN PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PILONERA QUE PROVEA DE PLÁNTULAS AL ÁREA AGRÍCOLA DE LA FAUSAC Y AL PÚBLICO EN GENERAL DENTRO DE LOS CAMPOS DEL CEDA.	117
3.2.1 Objetivos	117
3.2.1.1 General	117
3.2.1.2 Específicos.....	117
3.2.2 Metodología para la elaboración del proyecto para el establecimiento de una planta pilonera en el CEDA	118
3.2.2.1 Reconocimiento	118
3.2.2.2 Cotización	118
3.2.2.3. Elaboración del proyecto.....	119
3.2.3 Proyecto para la implementación de una planta pilonera, dentro de centro experimental docente de agronomía –CEDA-	119
3.2.3.1 Introducción	119
3.2.3.2 Planteamiento del problema	120
3.2.3.3 Justificación	121
3.2.3.4 Objetivos	122
3.2.3.5 Descripción del Proyecto	123
3.2.3.6. Financiamiento.....	133
3.2.3.7 Resultados	140
3.2.3.8 Evaluación	140
3.3 SERVICIO 2. GESTIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EN LOS CAMPOS DEL CEDA PARA EL ÁREA DESTINADA A HUERTOS FRUTALES DENTRO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA Y UN MAPA EN DONDE SE PRESENTE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS PLANTAS EN EL ÁREA.....	143
3.3.1 Objetivos	143
3.3.1.1 General	143
3.3.1.2 Específicos.....	143
3.3.2 Metodología para la gestión del sistema de riego por goteo en el área del huerto frutal.....	143
3.3.2.1 Reconocimiento del área	144
3.3.2.2 Medición del área.....	144
3.3.2.3 Gestión de compra.....	144
3.3.3 Resultados	145
3.3.4 Evaluación	146

CONTENIDO	PÁGINA
3.4 SERVICIO 3. OBTENCIÓN DE MATERIAL VEGETAL <i>IN VITRO</i> DE DISTINTAS VARIEDADES DE PAPA (<i>Solanum tuberosum L</i>), QUE SE ENCUENTREN LIMPIOS LIBRES DE VIRUS Y BACTERIAS PARA PODER SER UTILIZADOS EN EL LABORATORIO DE CULTIVO DE TEJIDOS CON FINES DE INVESTIGACIÓN.....	149
3.4.1 Objetivos	149
3.4.1.1 General.....	149
3.4.1.2 Específico.....	149
3.4.2 Metodología.....	150
3.4.2.1 Gestión del material.....	150
3.4.2.2 Traslado del material vegetal	153
3.4.2.3 Multiplicación del material	153
3.4.3 Resultados	153
3.4.4 Evaluación.....	157
3.5 SERVICIO 4. ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS	159
3.5.1 Apoyo a las actividades de la empresa FASAGUA	159
3.5.2 Objetivo	159
3.5.2.1 General.....	159
3.5.3 Metodología.....	160
3.5.4 Evaluación.....	161
3.6 Bibliografía	162
3.7 Anexos	163

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Mapa de uso Actual del Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA) en el año 2006	18
Figura 2. Mapa de capacidad de uso de la tierra según metodología USDA del Centro Experimental Docente De Agronomía (CEDA)	19
Figura 3. Mapa de propuesta de uso del suelo del Centro Experimental Docente de Agronomía.....	20
Figura 4. Árbol de Problemas elaborado en base a la identificación de los mismos en el CEDA.	21
Figura 5 A. Bodega de herramientas, para uso de los estudiantes de la FAUSAC	41
Figura 6 A. Taller de Mecánica, en donde se almacenan toda la maquinaria a utilizar en los campos del CEDA	41
Figura 7 A. Sarán para plantas ornamentales, en donde se lleva también a cabo la propagación de las misma durante el Módulo de Ornamentales.....	42
Figura 8 A. Área de invernaderos, para cultivos bajo invernaderos y propagación de plantas.....	42
Figura 9 A. Área de proyecto productivo de hortalizas	43
Figura 10 A. Área de vivero Forestal.....	43
Figura 11 A. Área destinada al arboretum de la Facultad de Agronomía, proyecto que fue abandonado.....	44
Figura 12 A. Ubicación del Centro Experimental Docente de Agronomía	45
Figura 13. Zonas donde se cultiva papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) en Guatemala.....	57
Figura 14 a. Corte longitudinal del Figura 15 b. Brote vegetativo	60
Figura 16. Maceta con la mezcla se sustrato Arena y BM2 en relación 2:1 para la producción de mini tubérculos,(2008).	80
Figura17.Tanque de solución nutritiva,(2008) Figura 18. Sistema de Fertirriego establecido	82
Figura 19. Medición de la variable respuesta peso de los mini tubérculos producidos bajo un sistema hidropónico, (2009).....	87
Figura 20. Cosecha de mini tubérculo con calidad fitosanitaria, realizada el día 12 de enero del 2009, con la aplicación del tratamiento 4 repetición 1	87
Figura 21. Mini tubérculos producidos bajo un sistema hidropónico en el CEDA, tratamiento 4, repetición 1 (T4R1), (2009).....	88

FIGURA	PÁGINA
Figura 22. Medición del diámetro de la variable diámetro de los mini tubérculos del Tratamiento 4 Repetición 1 (T4R1), producidos bajo un sistema hidropónico, dentro de la Facultad de Agronomía USAC, (2009).....	88
Figura 23. Mini tubérculos obtenidos del tratamiento cuatro, se puede apreciar la variación en los diámetros que puede obtenerse en la producción, (2009).	97
Figura 24. Promedio del peso en gramos, obtenido para los mini tubérculos aplicando cuatro frecuencias de fertirriego, (2009)	98
Figura 25 A. Ubicación de la investigación en los campos del Centro Experimental Docente de Agronomía – CEDA-	106
Figura 26 A. Plantas in vitro de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Loman, en el área de aclimatización en el laboratorio de cultivo de tejidos de la FAUSAC	109
Figura 27 A. Tanque de almacenamiento para la aplicación de fertilizante en el Centro Experimental Docente de Agronomía	109
Figura 28 A. Sistema de fertirriego establecido en uno de los invernaderos del CEDA, manejando diferentes frecuencias de riego por goteo	110
Figura 29 A Planta de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) a los cincuenta días después de la siembra, manejando diferentes frecuencias de riego, dentro de los campos del CEDA en la Facultad de Agronomía.	110
Figura 30 A. Cosecha de los mini tubérculos aptos para el uso de semilla pre-básica de papa, bajo un sistema de fertirriego.	111
Figura 31 A. Mini tubérculos de papa, obtenidos de la cosecha realizada para el tratamiento cuatro repetición dos.	111
Figura 32 A. Cosecha de las diferentes unidades experimentales, para determinar cual de las frecuencias de fertirriego es la más adecuada en la producción de semilla de papa, (<i>Solanum tuberosum</i> L.).....	112
Figura 33 A. Mini tubérculos de papa obtenidos durante la Evaluación, donde se puede observar la diferencia de diámetro que existe entre ellos	112
Figura 34 . Estructura externa de la planta pilonera	134
Figura 35. Distribución interna de la planta pilonera	134
Figura 36. Carta emitida por el Decano de la Facultad de Agronomía para la Ingeniera encargada del laboratorio de cultivo de tejidos en el ICTA de Olinstepeque.....	151
Figura 37. Carta emitida por el Decano de la Facultad de Agronomía para el Ingeniero Chávez , encargado de la producción de semilla de papa.	152
Figura 38. Tubos con las Variedades Loman, ICTAFRIT, Tollocan	154
Figura 39. Materiales en período de adaptación en el laboratorio de cultivo de tejidos.....	154

FIGURA	PÁGINA
Figura 40. Frascos en los que se propagaron las cuatro variedades de papa donadas por el ICTA, se obtuvieron 15 frascos de cada una.	155
Figura 41. Variedades ICTAFRIT, Loman , Tollocan y Atlantic, propagadas y utilizadas para investigación en el laboratorio de cultivo de tejidos en la FAUSAC.....	155
Figura 42. Actividades realizadas para la multiplicación del material de papa en el laboratorio de Cultivo de Tejidos de la FAUSAC.....	156
Figura 43 A. Mapa para el área de frutales, identificando la distribución de las especies establecidas en el –CEDA-.....	163
Figura 44 A . Ubicación del área de Frutales en la Facultad de Agronomía	164
Figura 45 A. Resultado del análisis de suelo realizado por el laboratorio de soluciones analíticas	165
Figura 46 A. Mapa de los primeros dos campos en los que se realizó el evento FASAGUA durante el año 2009.	166
Figura 47 A. Mapa del campo cuatro en el que se realizó el evento FASAGUA durante el año 2009.	167

x

+

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1 Actividades que realiza el personal del campo dentro del CEDA	11
Cuadro 2 Inventario de existencia de herramientas e insumos en bodega del CEDA	13
Cuadro 3 Fertilizantes Granulados y foliares.....	13
Cuadro 4 Fungicidas e Insecticidas.....	14
Cuadro 5. Nutrientes presentes en la papa	56
Cuadro 6 Áreas de producción, hectareaje cultivado, producción y época de cosecha del cultivo de la papa en Guatemala.	58
Cuadro 7. Producción y comercialización de la papa en Guatemala	61
Cuadro 8. Variables respuesta evaluadas en la investigación, cuatro diferentes frecuencias de fertirriego en hidroponía, para la multiplicación de mini tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L) variedad Loman, para producción de semilla pre-básica con calidad fitosanitaria	89
Cuadro 9 Análisis de la varianza aplicado a la variable respuesta peso de los mini tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	92
Cuadro 10. Análisis comparativo de medias, utilizando la prueba de tukey para establecer si existen diferencias significativas entre los tratamientos, para la variable respuesta peso de los mini tubérculos	92
Cuadro 11. Análisis de la varianza aplicado a la variable respuesta número de mini tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	93
Cuadro 12. Resultado análisis comparativo de medias, utilizando la prueba de tukey para establecer si existen diferencias significativas entre los tratamientos, para la variable respuesta número de mini tubérculos	94
Cuadro 13. Resultado del análisis de la Varianza aplicado a la variable respuesta diámetro de los mini tubérculos	95
Cuadro 14. Análisis comparativo de medias, utilizando la prueba de tukey para establecer si existen diferencias significativas entre los tratamientos, para la variable respuesta diámetro de los mini tubérculos.....	95
Cuadro 15. Volumen de solución nutritiva y de agua aplicados a cada tratamiento durante la investigación.....	99
Cuadro 16 . Pro-forma ferretería “La Ferre”, Facultad de Agronomía de la Universidad San Carlos de Guatemala	126
Cuadro 17 .Cotización proveniente de la empresa REGASA.....	127
Cuadro 18 . Insumos necesarios para el establecimiento de la planta pilonera**	130
Cuadro 19 Costos de producción para pilones de tomate tipo saladete (var. Elios) en el Centro Experimental Docente de Agronomía [CEDA]***	132

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 20 . Costos totales del establecimiento de la planta pilonera con la empresa DIFRESA como principal proveedora.	135
Cuadro 21. Costos totales del establecimiento de la planta pilonera con la empresa REGASA como principal proveedora	136
Cuadro 22 . Costos totales del establecimiento de la planta pilonera con la Ferretería la Ferre como principal proveedora.....	137
Cuadro 23 Resumen de las cotizaciones para la planta pilonera en el CEDA.....	138
Cuadro 24 Cotización del sistema de riego por goteo para el huerto frutal en el CEDA	145

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE CUATRO FRECUENCIAS DE FERTIRRIEGO EN HIDROPONÍA PARA LA REPRODUCCIÓN DE MINITUBÉRCULOS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD LOMAN, PARA PRODUCCIÓN DE SEMILLA PREBÁSICA CON CALIDAD FITOSANITARIA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS DESARROLLADOS EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DOCENTE DE AGRONOMIA –CEDA-, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. GUATEMALA, C. A.

RESUMEN

Este trabajo es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía –EPSA- realizado en el período febrero-noviembre del año 2,008, en los campos del Centro Experimental Docente de Agronomía –CEDA-. En el mismo se presenta un informe sobre cada una de las actividades que lo conforman: diagnóstico, investigación y servicios.

El Centro Experimental Docente de Agronomía, se encuentra ubicado dentro del campus central de la Universidad San Carlos de Guatemala, ubicado en la zona 12 de la ciudad capital.

Se ha clasificado en la zona de vida de Bosque Húmedo Subtropical Templado (BH-st), con una precipitación promedio de 1216.2mm al año, una humedad relativa promedio del 79% y a una altura de 1,502 msnm.

La extensión total de los campos pertenecientes a la FAUSAC, es de 22.38 hectáreas, en las cuales se encuentran asignadas áreas a diferentes actividades, con el objeto de cubrir la demanda académica de la institución. Se determinó que la falta de planificación estratégica es uno de los principales problemas que se presentan en los campos del CEDA.

La investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar la posibilidad de producir semilla de papa (*Solanum tuberosum* L) Var. Loman, en la Facultad de Agronomía, de manera que posteriormente pudiera ofrecerse al agricultor material vegetal con calidad fitosanitaria.

Se determinó la frecuencia de riego, evaluándose cuatro tratamientos, en los que se realizó la aplicación de fertirriego un día por semana para el T1, dos días a la semana para el T2, tres días a la semana para el T3 y durante toda la semana para el T4. Para uniformizar la humedad del sustrato, en los tratamientos en los que no correspondía la aplicación de solución nutritiva se aplicó agua sin fertilizante. Como resultado de esta evaluación, se logró determinar que las condiciones de clima e instalaciones con las que cuenta la Facultad de Agronomía son aptas para la producción y comercialización de semilla de papa libre de virus y bacterias. El tratamiento tres consistió en la aplicación de fertirriego tres veces a la semana, fue el que presentó los mejores resultados según las variables evaluadas.

Con los servicios realizados se presentó un proyecto para el establecimiento de una planta pilonera, debido a la inversión que conllevaría la construcción de un invernadero exclusivamente para esta actividad, para lo cual se tomó la decisión de adaptar una de las estructuras con las que ya cuenta el CEDA. Durante el año 2,008 y 2,009 no fue posible la implementación de este proyecto, sin embargo a raíz de esta propuesta actualmente en los campos del Centro Experimental Docente de Agronomía ya se producen pilones de tomate y chile pimiento.

El segundo servicio consistió en la gestión y obtención del sistema de riego por goteo en el área de frutales establecida durante el período 2,007 al 2,008. Durante el año 2,009 se logró el establecimiento de dicho sistema, proveyendo así de riego un área más dentro del CEDA.

Como tercer servicio, se obtuvo material vegetal de las siguientes variedades de papa: siendo estas: ICTAFRIT, Loman, Tollocan y Atlantic, por ser las de mayor uso en la industria alimentaria. Estos materiales fueron donados por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola –ICTA-, procedentes del municipio de Olintepeque en Quetzaltenango, hacia el laboratorio de cultivo de tejidos de la FAUSAC.

El cuarto servicio consistió en el apoyo en diversas actividades a FASAGUA, para el buen desarrollo del día de campo que se realizó durante el mes de marzo del año 2,009,

consistiendo en muestreos de suelo para análisis de fertilidad y fitopatológicos, así como la elaboración de mapas para determinar la cantidad de área que correspondía al evento.

**CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DEL CENTRO EXPERIMENTAL DOCENTE DE
AGRONOMÍA –CEDA- UBICADO EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA EN EL
CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

1.1. Presentación

Durante el desarrollo del EPS se realizó inicialmente un diagnóstico cuyo objetivo fue detectar los principales problemas que afectan el Centro Experimental Docente de Agronomía, además de esto se llevó a cabo una priorización de problemas y se eligieron los puntos de mayor relevancia para presentar posibles soluciones. El diagnóstico se realizó durante los meses de Febrero-Abril 2,008.

En el Centro Experimental Docente de Agronomía se cuenta con áreas e instalaciones suficientes para poder establecer una producción sostenible, sin embargo para poder cumplir con los fines académicos de esta entidad docente, las áreas se distribuyen según las necesidades que presenten los diferentes cursos impartidos.

Otra de las limitaciones que se logró detectar dentro de los campos del CEDA es el pequeño techo presupuestario correspondiendo a la cantidad de Q25,000, el cual restringe fuertemente la cantidad de área que se logra mantener en producción y los cultivos que se establecen. Para poder llevar a cabo proyectos productivos éstos deben de contar con un financiamiento externo, como por ejemplo a través de la investigación, de esta manera no se afectaría el presupuesto que la Facultad de Agronomía destina a cada una de las distintas áreas que administra.

Actualmente se busca que los proyectos establecidos en los campos del CEDA puedan ser autofinanciables y que simultáneamente cumplan con su función de aprendizaje para los estudiantes.

1.2. Objetivos

1.2.1. General

Analizar la situación administrativa y de producción de los campos del Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA) y determinar su problemática actual.

1.2.2. Específicos

Establecer los recursos económicos, físicos y humanos con los que cuenta el Centro Experimental Docente de Agronomía.

Determinar las funciones llevadas a cabo por el personal que trabaja permanentemente en el CEDA.

Caracterizar la problemática actual del CEDA.

1.3. Metodología

La metodología empleada para la realización del diagnóstico del Centro Experimental Docente de Agronomía [CEDA], es la siguiente:

1.3.1. Caminamientos

Se llevó a cabo el recorrido de los campos del CEDA en toda su extensión, actividad realizada con el fin de poder llegar a conocer la distribución de áreas para las diferentes actividades agrícolas.

Todo el trayecto que se llevó a cabo en acompañamiento del coordinador del CEDA, el Ing. Agr. Domingo Amador. (QEPD)

El objetivo de esta actividad fue lograr el reconocimiento necesario de las diferentes áreas destinadas a la producción, es decir qué cultivos e instalaciones que se encuentran actualmente dentro del CEDA, el área que ocupan y las diversas actividades que se realizan dentro del mismo.

1.3.2. Revisión de Literatura

Para este proceso se llevó a cabo una lectura y consultas en el Centro de Información y Documentación Agrícola (CEDIA), con el afán de conocer antecedentes históricos y de investigaciones realizadas dentro del CEDA, la tesis utilizada como referencia fue elaborado por Cordón Sosa en 1991 de nombre Levantamiento detallada del Centro Experimental Docente de Agronomía, no incluye a detalle la distribución y el manejo de esta área. Esta consulta resultó de gran utilidad para conocer los tipos de suelo existentes en las más de 22 hectáreas de terreno que forman lo que es el CEDA.

Además se consultó en el centro de Información Geográfica, a través de mapas territoriales y capacidad de uso de los terrenos del CEDA. Mapas que fueron elaborados

durante el período 2007-2008 por el Ing. Agr. en Recursos Renovables Jhonathan Reynoso.

También se consultaron documentos elaborados recientemente por el área de comercialización, para poder conocer la vinculación y/o relación de la Facultad de Agronomía con algunas empresas. Durante el año 2,008 la facultada se encontraba estableciendo acuerdos con empresas como AGREQUIMA y SYNGENTA, para la implementación de capacitaciones para la aplicación segura de productos químicos, estas actividades fueron coordinadas por la Ingeniera Teresa Hernández, quien tuvo a su cargo las actividades de mercadeo y comercialización de productos obtenidos en el Centro Experimental Docente de Agronomía. La consulta de estos Documentos me permitió conocer algunas de las vinculaciones de la FAUSAC con empresas de la iniciativa privada y así como acuerdos establecidos entre las mismas.

1.3.3. Entrevistas personales

Para la realización de este tipo de actividades se enfocaron principalmente las consultas con el Coordinador del CEDA, como con los trabajadores de Campo. de manera en que se contara con toda la información que manejan tanto el Coordinador del CEDA como el personal de campo, basándose en la experiencia adquirida durante los varios años que tienen de laborar en la Institución, ya que quienes mejor conocen de los problemas que se presentan dentro de una Empresa, Institución o comunidad, son las personas que mayor tiempo han permanecido dentro de ella.

Se entablaron entrevistas con la Inga. Myrna Ayala Secretaria Administrativa. Con el propósito de conocer su punto de vista con ante la problemática del CEDA.

La idea de realizar entrevistas a las autoridades administrativas fue se llevó a cabo con el fin de conocer como conciben ellos la naturaleza del CEDA. La Ingeniera Myrna Ayala mantenía la idea de realizar un estudio de mercado para evaluar el potencial del CEDA para la comercialización de los diferentes cultivos en producción. Sin embargo la principal

limitante para poder realizar este tipo de proyectos es la poca disponibilidad de presupuesto ya que se requiere una inversión de capital considerable al inicio. Otra de las limitantes es designar quien se hará cargo de manera permanente de tal unidad, ya que la mayoría de catedráticos en la FAUSAC poseen el total de horas laborales comprometidas con la academia y demás actividades de investigación.

1.4. Descripción del área

1.4.1. Localización

Los campos del Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, están situados al sur de la capital de Guatemala y de la Ciudad Universitaria zona 12 y según el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) se localiza geográficamente en las coordenadas 14° 35' 11" latitud Norte y 90° 35' 58" longitud Oeste, y a una altitud media de 1,502 msnm.

1.4.2. Clima y zona de vida

Según el mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento de la República de Guatemala, a escala 1:600,000 publicado por el Instituto Nacional Forestal -INAB-, la Ciudad de Guatemala se encuentra dentro de la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical Templado (Bh – st). (Cruz, J R de la. 1928)

Las condiciones climáticas registradas por el INSIVUMEH para el área de estudios son las siguientes:

- Precipitación media anual: 1216.2 mm
- Temperatura media anual: 18.3 °C
- Humedad relativa (media): 79 %

- Insolación promedio: 6.65 horas/día radiación: 0.33 cal/cm²/min.

1.4.3. Superficie

Los campos del CEDA, según Cordón, Corado y Pérez, cubren una superficie de 22.38 hectáreas.

1.4.5. Geología y geomorfología

El origen del valle de Guatemala según el estudio de aguas subterráneas, realizado por el INSIVUMEH, ocurrió durante el terciario como resultado de la elevación relativa de los bordes oriental y occidental de la cuenca y el consiguiente hundimiento de la parte central. Posteriormente durante el cuaternario, erupciones volcánicas intermitentes de pómez y cenizas cubrieron la topografía preexistente con una amplia gama de material suelto, de composición mineralógica bastante regular y de granulometría y clasificación variada. Esta actividad volcánica acompañada de periodos de meteorización y sedimentación, durante los cuales los materiales procedentes de los bordes se depositaron en la cuenca, dando origen a la formación de valles aluviales, terrazas y por efecto de erosión del agua y otros factores del medio externo, a la formación de barrancos y taludes. (Cruz, J R de la. 1928)

El valle de Guatemala se puede definir como un recipiente de forma alargada constituido por dos cuencas hidrográficas drenadas hacia el norte y el sur, cuyo límite constituye localmente la divisoria continental de las aguas superficiales, de orientación NO – SW. Constituye una parte del altiplano de Guatemala, formado al norte de una cadena de conos volcánicos cuaternarios, un terreno de relieve moderado. (Cruz, J R de la. 1928)

A ambos lados de la divisoria continental los ríos han cortado cañones profundos en la planicie del valle de Guatemala, que está constituido por cenizas y tobas volcánicas. En

estas rocas poco resistentes a la erosión mecánica fluvial, se han formado cañones con paredes casi verticales de hasta 140 metros de altura.

1.4.5. Suelos

Según el mapa mundial de suelos de la FAO/UNESCO citado en el Perfil Ambiental de Guatemala, los suelos del área de estudio están clasificados dentro de los Cambisoles.

Según Simmons, Tárano y Pinto, “Son suelos de la serie Guatemala, que se caracterizan por ser originados de ceniza volcánica pomácea de color claro, que presentan un relieve casi plano y un buen drenaje interno; su suelo superficial es de color café muy oscuro, franco arcilloso, friable, de 30 a 50 cm de espesor; su suelo subsuperficial es de color café amarillento a café rojizo, franco arcilloso friable, de 50 a 60 cm de espesor. El declive dominante es de 0 – 2 %, el drenaje a través del suelo es lento, la capacidad de abastecimiento de humedad es muy alta, el peligro de erosión es bajo, la fertilidad natural es alta y el problema especial que presenta en el manejo del suelo es el mantenimiento de la materia orgánica.

1.4.6. Personal de Campo

El CEDA cuenta con un total de 9 personas que están designadas a diferentes tipos de trabajo desde el encargado de las actividades de campo hasta el bodeguero.

Si se toma en cuenta que la extensión de terreno es de 22.38 hectáreas, el personal del cual se dispone para el desarrollo de todas las actividades es bastante reducido, lo que ocasiona una fuerte limitante para la producción ya que en muchos de los proyectos que se desarrollan dentro de estos campos se requiere más mano de obra

Cubrir las necesidades del CEDA no es una tarea sencilla, el éxito de de las mismas radica en realizar los procesos de manera adecuada, contando con la coordinación del Ingeniero Domingo Amador (QEPD), para poder realizar un programa o ingresar las

actividades necesarias dentro de los mismos. A continuación se presenta un cuadro en donde se menciona a todos los trabajadores que laboran en el área del CEDA así como las actividades de mayor frecuencia a realizar por cada uno de ellos.¹

Cuadro 1 Actividades que realiza el personal del campo dentro del CEDA

Nombre del Personal de Campo	Actividad a realizar
Oswaldo Orellana	Coordinar trabajo de campo, tractorista y soldadura
Nelson Acevedo	Encargado de bodega y toma de datos de la estación meteorológica.
Francisco Cifuentes	Tractorista y Limpieza de las instalaciones
César Augusto	Soldadura, reparación de invernaderos y control de riego
Juan Carlos Illescas	Chapeo, reparación de invernaderos distribución e instalación de los sistemas de riego.
Faustino Cadenas	Chapeo , limpieza , apoyo al trabajador docente y estudiantado
Fernando Ramírez	Chapeo, limpieza apoyo al trabajador docente y estudiantado.
Nery Ortiz	Albañilería, plomería, limpieza, chapeo, apoyo al trabajador docente y estudiantado
Carlos René Ortiz	Apoyo al trabajador docente y estudiantado

Fuente: Camel Franco J. M.

Como se puede apreciar en el cuadro anterior las actividades de mayor frecuencia en el Centro Experimental Docente de Agronomía son: el manejo y uso maquinaria agrícola para preparación de suelo, distribución y control del riego, mantenimiento de equipo, reparación de invernaderos, limpieza del CEDA y limpieza y mantenimiento a la herramienta utilizada por el estudiante.

¹ Entrevista con el Ing. Agr. Domingo Amador (QEPD)

1.4.7. Descripción detallada de los recursos e Infraestructura para el área del CEDA

- Dos tractores
- Dos sembradora
- Cosechadora de Granos Básicos.
- Maquinaria para preparado del suelo
 - Rastra
 - Subsolador
 - Surqueadora

- Sistemas de riego
 - Por goteo (área de frutales, hortalizas)
 - Por aspersion (área de pastos, área de plantas medicinales).

A continuación se presenta un listado de la herramienta e insumos de uso agrícola con la que se cuenta actualmente en la bodega, existencias confirmadas durante el mes de Julio del 2,011.

Cuadro 2. Inventario de existencia de herramientas e insumos en bodega del CEDA

Descripción	Cantidad	Descripción	Cantidad
Cuchare de Transplante	16	Cinta métrica 50 mts	5
Azadones	458	Cerruchos	10
Rastrillo	346	Cola de zorro	3
Machetes	159	Cuchara de Albañil	7
Tenazas	7	Navajas	98
Alicates	11	Escobas metálicas	13
Martillos	16	Escuadras de Albañil	2
Barretas	34	Cascos protectores	16
Desarmadores	5	Gorgoritos de metal	4
Aros de sierra	2	Carretas	17
Limas	52	Mangueras 3/4*50mts	3
Piochas	35	Botas de Hule, Pares	15
Vieldos	14	Bombas de fumigar"M/C" Matabi	40
Palas	46	Bombas de fumigar"M/C" Protecno	9
Palas dúplex	19	Esmeril	2
Azadines	193	Balanzas Reloj	2
Cobas	31	Empacadoras	3
Tijeras para podar	26	Selladora	1
Grugueros	34	Bomba de fumigar marca Capri	3
Tijeras para cortar grama	31	Bomba de fumigar Tecun	2
Cinta métrica 50 mts metal	1	Bombas de Fumigar SOLO	7
Cinta métrica 10 mts	2	Capas amarillas	20
Cinta métrica 30 mts	1	Respiradores	20

Fuente: Camel Franco J. M.

Cuadro 3. Fertilizantes Granulados y foliares

Descripción	Cantidad
Fertilizantes Foliar Bayfolan forte lt	1
Fertilizantes granulado Urea lbs	500
Fertilizantes granulados 20-20-20 lbs	300
Fertilizante hidrosoluble lbs	100
Fertilizante Granulado 15-15-15	500
Fertilizante hidrosoluble Hakaphos Naranja lbs	25
Fertilizante hidrosoluble Hakaphos verde lbs	25
Fertilizante Nitrofosca foliar Lt	10

Fuente: Camel Franco J. M.

Cuadro 4. Fungicidas e Insecticidas

Descripción	Cantidad
Benomil Kg	1
Oxicloruro de cobre lbs	110
Furadan lbs	20
Banrrot Kg	1
Ridomil Kg	2
Confidor grs	54
Volaton granulado lbs	50
Baytroid lts	2
Rhodax grs	500
Cuzate grs	1000
Acrobatt Mz 69 grs	750
Afalon grs	1500
Mitac lt	1
Fusilade lt	1
Adeherente lts	4
Sistemin lt	1
Aliete grs	500
Captagro grs	1000
Procalsin lt	2
Previcur lt	1

Fuente: Camel Franco J. M.

1.4.8. Descripción de la Infraestructura

- Se cuenta con un área de bodega, para insumos y herramienta agrícola (72.4 m²).
- Está designada un área para la estación meteorológica, la cual ha sufrido deterioro y hurto en en el equipo razón por lo que actualmente no funciona.
- Se maneja un pequeño vivero forestal dentro de las instalaciones del CEDA con una extensión de 679 m² las principales especies producidas son: cipres y pino caribea.

- Existe un taller de mecánica, en donde además se trabaja el diseño y ensamble de los invernaderos así como la reparación de la maquinaria y equipo que se utiliza para el trabajo en campo, la extensión es de 577 m².
- Dentro del CEDA se realizó una investigación de 3 diseños de invernaderos, con el objetivo de encontrar el más adecuado para las diferentes regiones de Guatemala, cada uno de estos invernaderos presentó las siguientes dimensiones: 30.3 m de largo , 19.6 m de ancho, ocupando un área total de 8,102 m². La variante a evaluar es la abertura de cada uno de los invernaderos y la altura de los mismos .
- Se cuenta con una construcción tipo galera, destinada para la implementación de un centro de acopio, que cubra todas las necesidades como lavado de verdura, empaque, identificación entre otras.
- Existen servicios sanitarios tanto para varones como para señoritas.
- Originalmente se contaba con 9 invernaderos, de estos solo 5 se encuentran actualmente en condiciones de producción, su uso varía, en algunas ocasiones se designan al Módulo Empresarial, o bien a otros a cursos como ; Fertilidad de suelos, Fitopatología y Bioquímica.
- Existe un área de plantas medicinales y un secador en el que se realiza el proceso necesario para la utilización de las mismas.
- Se encuentran las instalaciones necesarias para el establecimiento de una piscícola originada de un proyecto que no se llegó a concluir.

1.4.9. Distribución de los campos del CEDA

En el año 2,007 se realizó una propuesta de uso para los campos del Centro Experimental de Agronomía, sin embargo por una serie de imprevistos no se ha logrado realizar tal y como se había planeado.

Dentro del CEDA existe una distribución de los terrenos , la cual se define de la siguiente manera: un área destinada plenamente para la investigación en invernaderos, producción de hortalizas, módulos, producción de granos básicos, agricultura orgánica, fajas de conservación de suelos, leguminosas nativas, área de plantas medicinales, área de pastos y forrajes , área de invernaderos para la producción, apiarios, ornamentales y el área de estacionamiento y parqueo para los buses de la facultad de Agronomía. (Ver figura 1)

Es de mencionar el pequeño techo presupuestario con el que cuenta la Facultad de Agronomía para el CEDA siendo de 40,000 Quetzales, hasta el presente año (2008) durante el cual se redujo a 25,000 Quetzales. Este presupuesto se utiliza para insumos agrícolas en su mayor parte, por ejemplo: fertilizantes, productos como insecticidas, fungicidas entre otros.

La relación que existe entre el Coordinador del CEDA y el Jefe de Campo es bastante cordial, esto es de mucho beneficio ya que la comunicación es fluida y las labores a las que se les da marcha siempre llevan una consulta previa. Sin embargo algunos de los proyectos que se realizan han presentado dificultades en su desarrollo, por falta de información o comunicación sobre las actividades que se llevan a cabo dentro de los campos agrícolas de la Facultad de agronomía, dado que las tareas se hacen por prioridad y en algunos casos existen varias tareas con la misma importancia por lo que el personal de campo no se da abasto .

A continuación se presentan: el mapa de uso actual de suelos Elaborado en el año 2006, El mapa de capacidad de uso de la tierra con la metodología USDA (2002 escala 1:1,500) y por último el mapa de la propuesta de manejo para los campos del CEDA (1:1,500).²

² Entrevista con el Ing. Agr. Jhonatan Reynoso

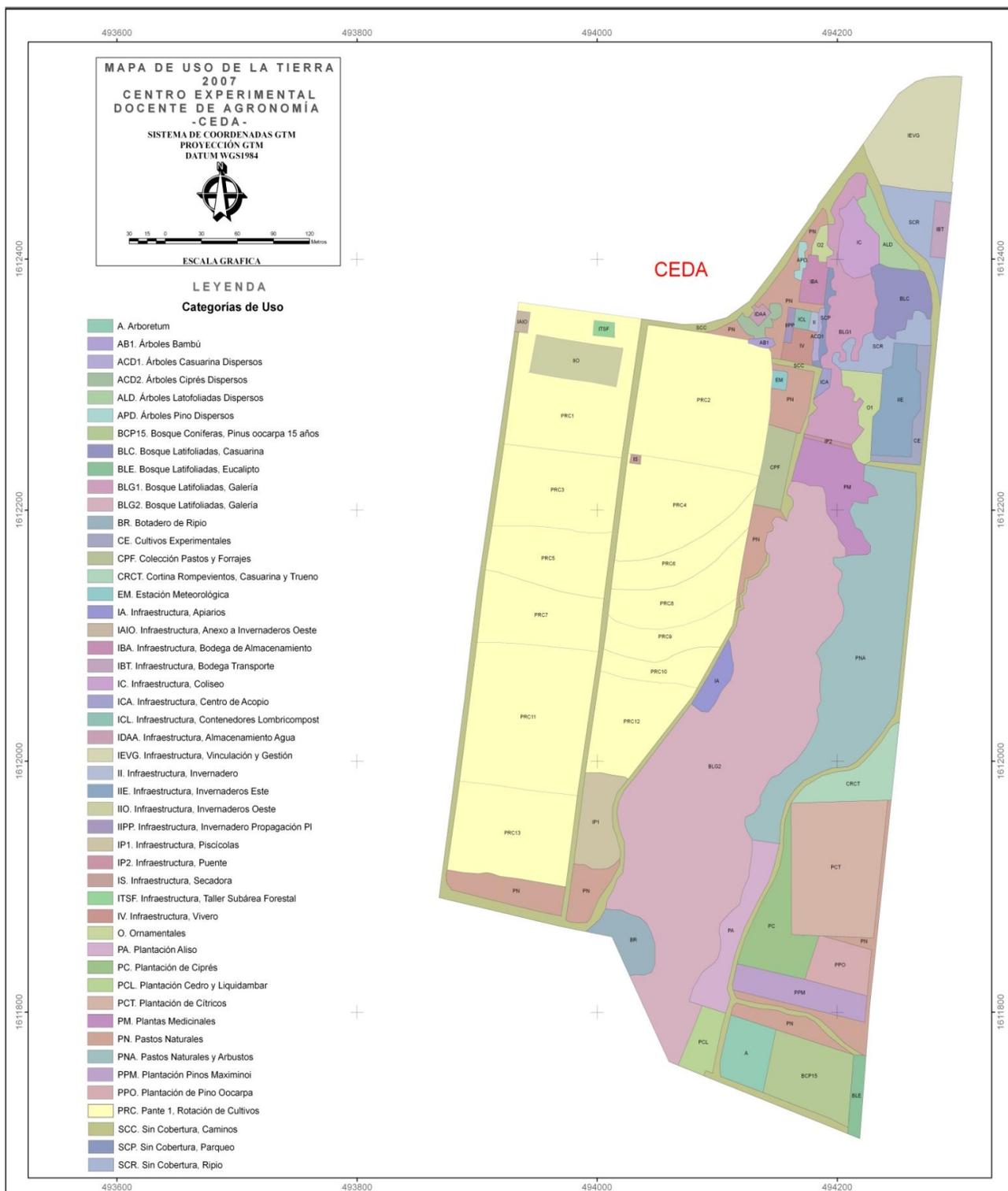


Figura 1. Mapa de uso Actual del Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA) en el año 2006

Fuente: Unidad de Sistemas de Información Geográfica de la FAUSAC.

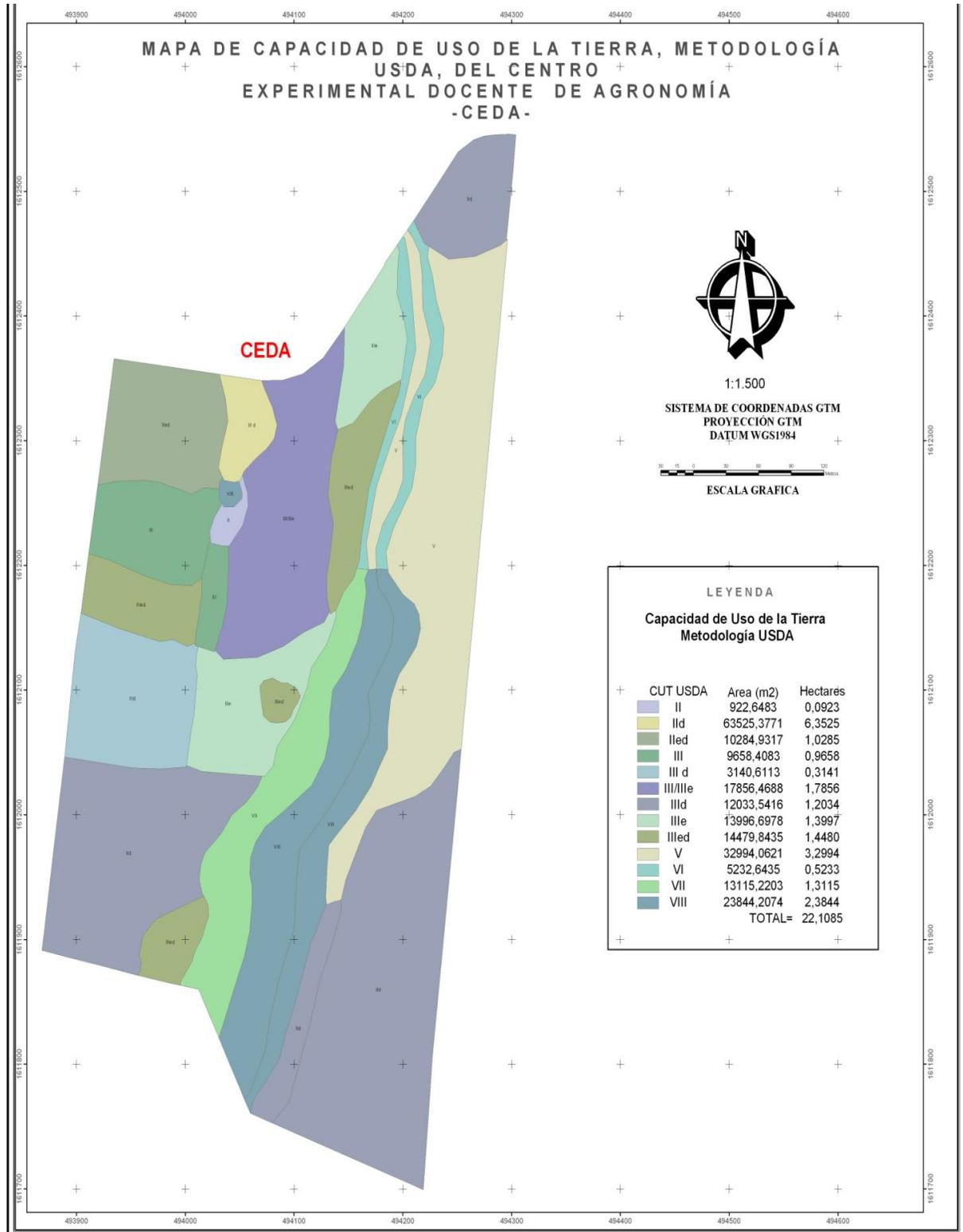


Figura 2. Mapa de capacidad de uso de la tierra según metodología USDA del Centro Experimental Docente De Agronomía (CEDA)
Fuente: Unidad de Sistemas de Información Geográfica de la FAUSAC.

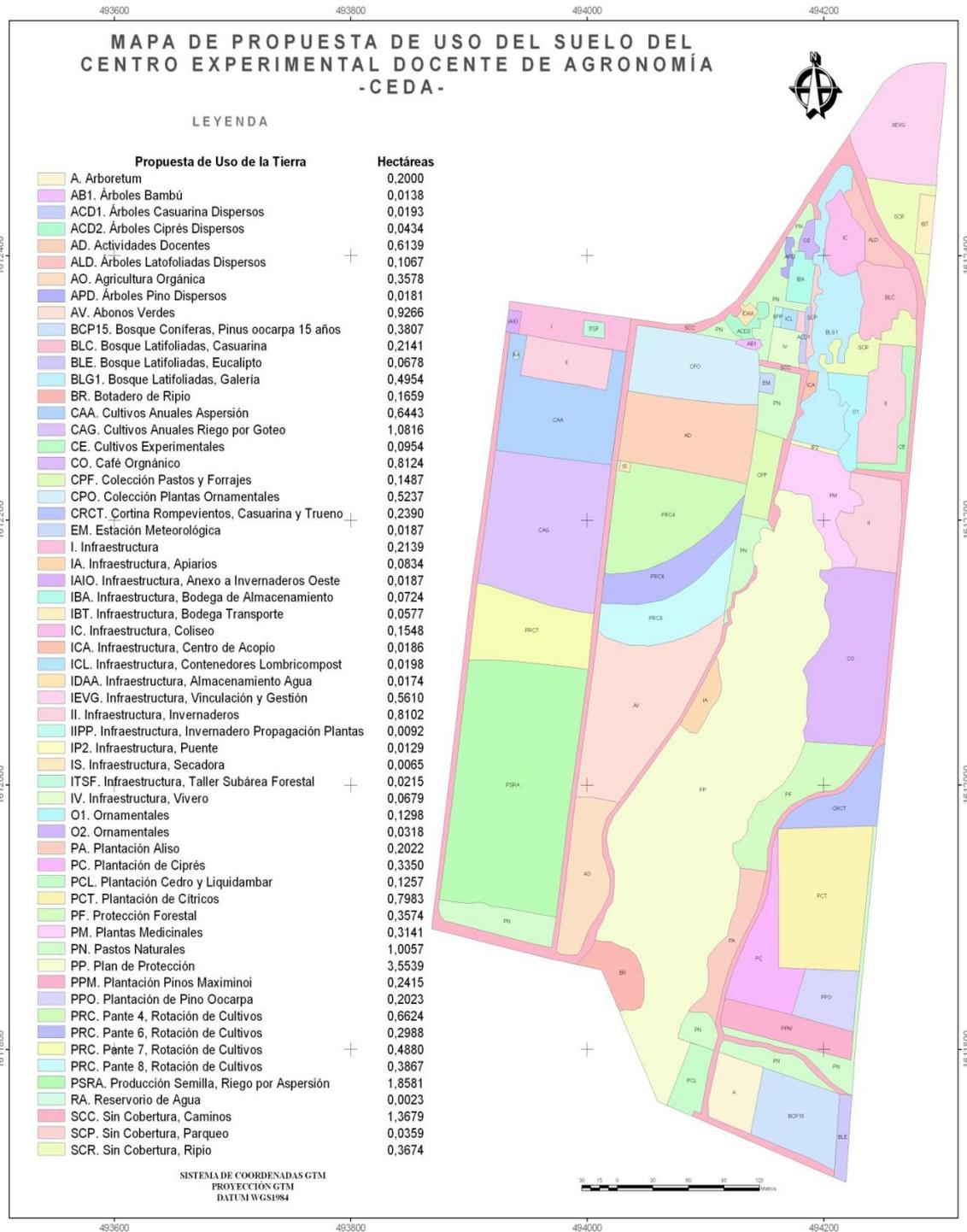


Figura 3. Mapa de propuesta de uso del suelo del Centro Experimental Docente de Agronomía

Fuente: Unidad de Sistemas de Información Geográfica de la FAUSAC.

1.4.10. Priorización de problemas

1.4.10.1. Árbol de problemas elaborado para el centro experimental docente de agronomía -CEDA-

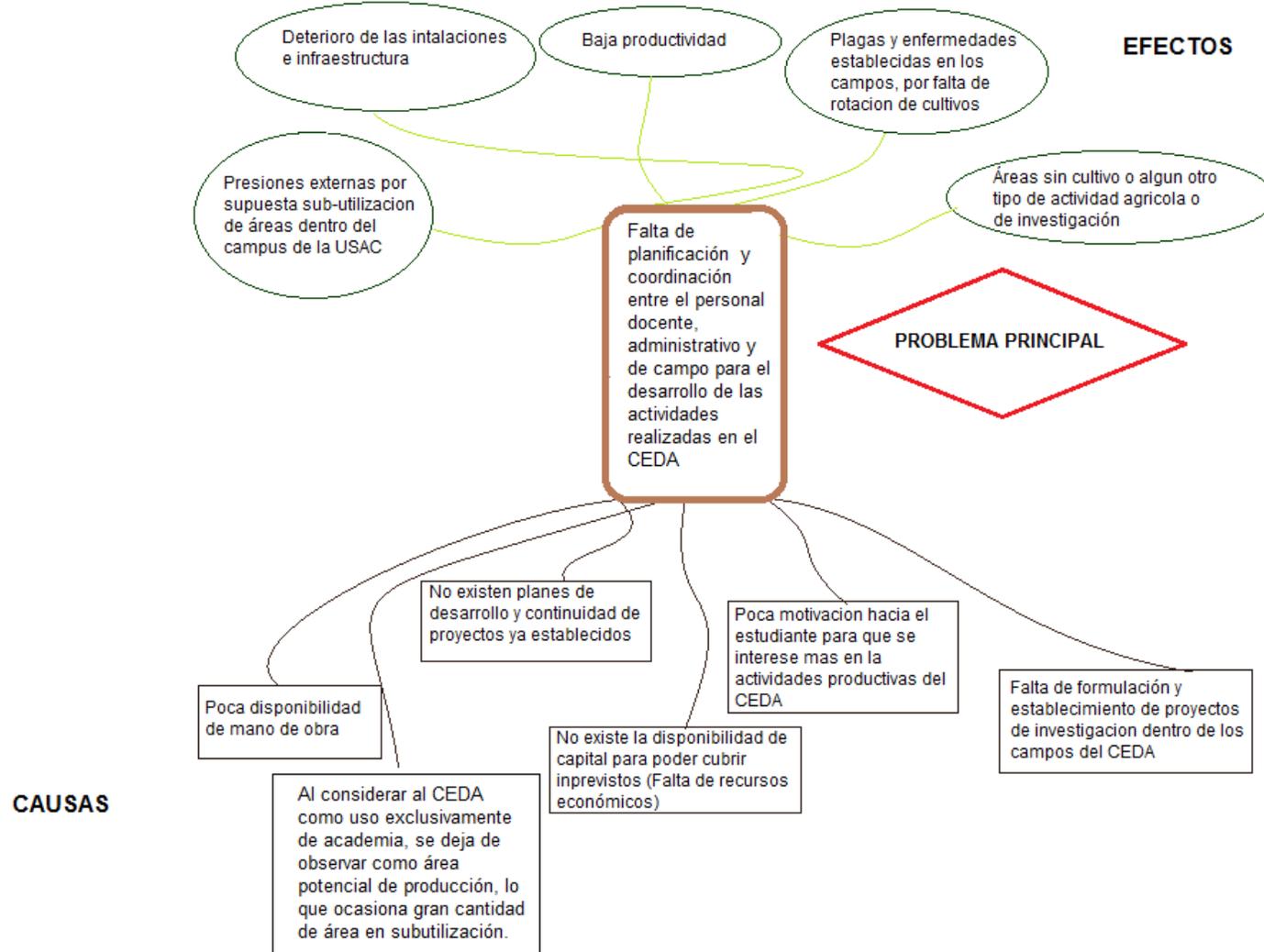


Figura 4. Árbol de Problemas elaborado en base a la identificación de los mismos en el CEDA.

Fuente: Camel Franco J. M.

1.4.10.2. Matriz de doble entrada para la priorización de problemas en el CEDA

PROBLEMA	Priorización del CEDA en la academia y no en la productividad.	Poca disponibilidad de mano de obra	Áreas con potencial , se encuentran sub-utilizadas	Incremento en la generación de investigación	Maquinaria y equipo en mal estado	Deterioro de la infraestructura	Planificación Estratégica
Priorización del CEDA en la academia y no en la productividad		Priorización del CEDA en la academia y no en la productividad.	Priorización del CEDA en la academia y no en la productividad.	Priorización del CEDA en la academia y no en la productividad.	Priorización del CEDA en la academia y no en la productividad.	Priorización del CEDA en la academia y no en la productividad.	Falta Planificación estratégica
Poca disponibilidad de mano de obra	Poca/Baja productividad		Priorización del CEDA en la academia y no en la productividad.	Generación de investigación	Poca disponibilidad de mano de obra	Poca disponibilidad de mano de obra	Falta Planificación estratégica
Áreas con potencial , se encuentran sub-utilizadas	Área con potencial se encuentran sub-utilizadas	Áreas con potencial , se encuentran sub-utilizadas		Áreas con potencial , se encuentran sub-utilizadas	Áreas con potencial , se encuentran sub-utilizadas	Áreas con potencial , se encuentran sub-utilizadas	Falta Planificación estratégica
Incremento en la generación de investigación	Incremento en la generación de investigación	Poca disponibilidad de mano de obra	Áreas con potencial , se encuentran sub-utilizadas		Incremento en la generación de investigación	Deterioro de la infraestructura	Falta Planificación estratégica
Maquinaria y equipo en mal estado	Poca/Baja Productividad	Poca disponibilidad de mano de obra	Áreas con potencial , se encuentran sub-utilizadas	Incremento en la generación de investigación		Deterioro de la infraestructura	Falta Planificación estratégica
Deterioro de la Infraestructura	Poca/Baja Productividad	Poca disponibilidad de mano de obra	Áreas con potencial , se encuentran sub-utilizadas	Incremento en la generación de investigación	Deterioro de la Infraestructura		Falta Planificación estratégica
Planificación Estratégica	Falta Planificación Estratégica	Falta Planificación Estratégica	Falta Planificación Estratégica	Falta Planificación Estratégica	Falta Planificación Estratégica	Falta Planificación Estratégica	

PROBLEMA	TOTAL DE INCIDENCIA
Poca/Baja Productividad	6
Poca disponibilidad de mano de obra	5
Áreas con potencial , se encuentran sub-utilizadas	10
Incremento en la generación de investigación	5
Maquinaria y equipo en mal estado	0
Deterioro de la Infraestructura	3
Falta de planificación Estratégica	12

1.4.11. Análisis de la matriz de priorización de problemas.

Como se puede observar en el cuadro anterior para la priorización de problemas se evidencia claramente que la falta de planificación estratégica junto con la prioridad del uso del CEDA por la academia son los causantes de la baja productividad, considerando que la distribución de áreas debe realizarse en función de todos los cursos que poseen laboratorios a desarrollares en estos campos, no se establecen áreas de cultivo con extensiones considerables para incrementar la producción.

Dada la naturaleza con la que se ha concebido el Centro Experimental Docente de Agronomía, el enfoque de las actividades que se realizan es con la finalidad de que los estudiantes establezcan contacto y se familiaricen con el campo, además de los contratiempos que pueden presentarse en los distintos cultivos.

Haciendo uso de un árbol de problemas como el cuadro de doble entrada, ambos produjeron un resultado similar. La primera es la matriz de priorización, enfocándola desde un punto de vista académico, productivo y económico, en el cuadro puede observarse que la mayoría de problemas que son de peso para una unidad son de poco peso en otro. El mayor puntaje se evidenció en la falta de programas y planes estratégicos para el uso del CEDA.

Otro de los problemas de mayor efecto es la distribución de las áreas, lo que se trató como una de las causas que también afectan la falta de productividad del CEDA.

1.4.11.1. Planificación Estratégica (12)

Si los Coordinadores de las diferentes áreas, así como los encargados de módulos informaran al Coordinador del CEDA, las actividades previas a realizarse durante el semestre, la programación de éstas se ingresarían en un cronograma de actividades, de esta manera se evitarían inconvenientes con las fechas de siembra, turnos de riego, preparación, delimitación y asignación de terrenos.

El cronograma elaborado con todas las actividades puede y debe distribuirse a todos los catedráticos que hacen uso de los terrenos del CEDA, de esta manera se mantendrán informados acerca del uso de las distintas áreas.

1.4.11.2. Áreas con Potencial Sub-utilizado (10)

Los campos del CEDA no se mantienen con cultivos de manera permanente, sino de manera eventual, esta situación es debido a que las áreas se asignan según los módulos de producción que se imparten en cada Semestre de las diferentes carreras.

La idea de la implementación de los módulos de producción desde hace algunos años dentro de la Facultad de Agronomía es cumplir con la formación en campo de los futuros profesionales, sin embargo al enfocarse solo en el factor educativo no lucrativo se corren riesgos bastante fuertes, ya que la productividad de estos campos puede llegar a considerarse mínima o bien nula, al compararla con el potencial con el que cuenta.

Aunque la finalidad se ha cumplido a cabalidad, siendo esta el lograr la interacción del estudiante con las actividades agrícolas, estos campos permanecen bajo constantes presiones y amenazas por el incremento en la población universitaria, y por lo tanto la construcciones de nuevas instalaciones para el uso de la academia.

1.4.11.3. Poca/Baja Productividad (7)

Este es el resultado de los dos problemas descritos anteriormente, la baja productividad es la consecuencia de una falta de planificación, y el completo enfoque educativo definitivamente no lucrativo. Todos los usuarios del CEDA comparten la visión educativa. Debido a que los cultivos suelen ser repetitivos estos campos presentan incóculos de diversas enfermedades que afectan fuertemente el rendimiento de los cultivos, cabe mencionar que el rescatarlos implica una inversión que la mayoría de estudiantes quienes reciben ayuda de sus familiares para estudiar no pueden realizar.

1.4.11.4. Poca Disponibilidad de mano de Obra (5)

El recurso humano con el que cuenta el CEDA es tan sólo de 9 personas, de las cuales uno es el encargado de bodega, y el Jefe de Campo quien se encarga de supervisar todas las actividades, lo que deja un total de 7 personas encargadas de todas las áreas sembradas, así como todos los turnos de riego y el traslado del sistema.

Una de las posibles soluciones puede consistir en la distribución de las actividades correspondientes a modulo o bien algunas prácticas, para que apoyen en áreas de cultivo destinadas a proyectos generados por la facultad como: proyectos productivos y/o proyectos de investigación. De esta manera puede optimizarse el recurso humano que presentan los estudiantes, así como ellos pueden incrementar de la misma manera sus conocimientos. Un estímulo para los estudiantes puede ser el otorgar créditos extras en su pensum.

1.4.12. FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) realizado en los campos del CEDA

Factores Internos

Fortalezas

- Considerable área de producción para el establecimiento de cultivos
- Recursos: maquinaria, estructuras, agua, suelo
- La ubicación del CEDA permite un fácil acceso para poder comercializar la producción obtenida.
- Experiencia (personal de campo y especialista)

Debilidades

- Bajo presupuesto para insumos

- Abandono de proyectos
- Poco personal para el área de trabajo
- Falta de cumplimiento en planes estratégicos para el uso del CEDA
- No existen áreas designadas previamente.
- Poca participación del personal docente (falta de compromiso)
- Ver los Campos del CEDA como un área improductiva y marginal

Factores Externos

Oportunidades

- Existencia de mercado (especializado)
- Alianzas: Investigación/Productivo
- Precios competitivos

Amenazas

- Reducción del área del CEDA (Parqueos, campos futbol)
- Recorte de recurso en función de la demanda dentro de la ciudad universitaria (infraestructuras)
- Peligro de invasiones en las áreas del CEDA que colindan con colonias y asentamientos.

1.4.13. Problemática del área

La problemática del CEDA es bastante compleja, puesto que no se puede derogar toda la responsabilidad en una o dos personas de la misma, interactúan varios factores de forma simultánea, dentro de los cuales se puede mencionar: el poco interés docente en realizar y continuar los proyectos establecidos, la falta de apoyo por parte del personal de campo, justificándose en la prioridad de las actividades establecidas previamente, la falta de coordinación de proyectos para poder realizar una correcta distribución de áreas y

actividades. La apreciación realizada durante los 10 meses de EPS y las consultas que se llevaron a cabo me han hecho considerar que el CEDA no es el ejemplo de producción, desarrollo y tecnología que muchos esperaríamos, sin embargo para poder lograr un avance dentro de estos campos el esfuerzo debe de realizarse en conjunto y con un compromiso desde todos los sectores que interactúan en la FAUSAC.³

El personal de campo es limitado, considero que los trabajos que cada uno lleva a cabo se hacen de una forma efectiva, pero debo agregar que pueden desarrollarse de manera más eficiente en función del tiempo que requieren, considerando que son actividades cotidianas en las cuales poseen gran experiencia y practica. Puede mejorarse el rendimiento del recurso humano dentro de los campos del CEDA, pero debe de hacerse en conjunto con su Coordinador agregando actividades necesarias en proyectos docentes y estudiantiles en los trabajos realizados por el personal de campo, sin embargo estas deben ser planificadas con un tiempo considerable y no apresuradamente.

Además debe mencionarse que de los principales problemas determinados es no ver el CEDA como unidad productiva de la facultad de Agronomía, aclarando de antemano que esto no significa que se le reste la importancia académica y de formación, funciones que se han cumplido en las diversas carreras desde sus orígenes.

El factor académico no debe estar en conflicto con el factor productivo, de manera que si se logra un buen ordenamiento y planificación sobre el uso del CEDA para la academia éste debe de ser productivo.

Las causas que se han detectado como principal fuente que afecta la productividad del CEDA son las siguientes: Poca disponibilidad de mano de obra: como se describió en la parte del recurso humano el personal de campo para los Campos Experimentales de la Facultad de Agronomía es bastante baja. Causa que puede ser solventada con la

³ Entrevista con el Ing. Agr. Mario Cabrera

participación voluntaria del estudiantado, grupo que puede ser recompensado a través de distintos incentivos.

Otro de los efectos que llevan a la problemática de la falta de productividad es el abandono de proyectos independientemente de las razones. algunos de los principales motivos es la falta de motivación para el manejo de los mismos, falta de material, falta de tiempo, falta de compromiso con las actividades, entre otras.

Algunos de los ejemplo de proyectos que se han realizado con regularidad son: producción de abonos orgánicos, si existen las instalaciones pero nunca se ha comercializado la producción, solicitud de áreas para propagación de plantas, y los resultados después del módulo o curso no se utilizan, no se trasladan a campo y no se les da mantenimiento. Lo que después de todo se puede enmarcar como un mal uso de los recurso, tanto humanos como de instalaciones.

La distribución de las áreas de trabajo es una de las principales discordias dentro del CEDA, la cantidad de área que requieren los diferentes módulos y prácticas en algunos de los casos es más de la que se puede proporcionar, hay que considerar que las personas que realizarán los trabajos dentro de esa área son estudiantes, quienes no cuentan con la experiencia necesaria para poder obtener un alto rendimiento, posteriormente el producto obtenido se comercializa y los ingresos se distribuyen dentro de ellos mismos.⁴

La facultad de Agronomía es quien aporta el área de trabajo, el recurso hídrico y en algunas ocasiones de ser necesario mano de obra, esto sin obtener ningún beneficio, ya que es parte de la formación para los estudiantes, sin embargo la productividad de estos campos se ve afectada.

⁴ Entrevista con el Ing. Agr. Mario Cabrera

En muchas ocasiones los cultivos se ven perjudicados por la conclusión de los módulos o prácticas, ya que aunque no se hayan cumplido los ciclos de producción se suspenden y abandonan las actividades de tipo agrícola, por ejemplo al sembrar cereales, el caso de maíz en particular, el ciclo del semestre concluye en Noviembre, y la cosecha de los campos debe de realizarse en el mes de Enero del siguiente año. En la mayoría de las actividades en las que participan los estudiantes no lo hacen con una motivación, sino como una obligación para obtener la nota de aprobación.

1.4.14. Los efectos de estos problemas son los siguientes

Debido a la falta de productividad y supuesta sub utilización que corresponde al CEDA, dentro del campus Central de la USAC, existe una fuerte presión externa para que se reduzca el área designada a la Facultad de Agronomía y pueda utilizarse para otros fines tales como: construcción de edificios, parqueos, campos de futbol entre otros.

Por todo el fraccionamiento que se debe de realizar para poder suplir las necesidades de la academia que exigen los diferentes cursos, no es factible el establecimiento de cultivos extensivos, ni cultivos que presenten ciclos bianuales o perennes.

El escaso techo presupuestario destinado al CEDA, no permite la libre adquisición de insumos en caso de imprevistos. Es decir, el presupuesto es distribuido para la compra de semillas (maíz, Frijol, etc), fertilizante (15-15-15, Urea) y productos agroquímicos de uso común (fertilizante foliar, algunos fungicidas), en casos en que las plantaciones necesitan una aplicación específica resultado de ataques originados por diversas plagas/enfermedades no se cuenta con la solvencia inmediata de adquirir insumos de determinado tipo para controlar dichos ataques, en consecuencia de esta limitación se obtienen resultados negativos en la producción como disminución en rendimiento de la producción, deterioro de la calidad y como consecuencia subutilización del área del CEDA.

La mayoría de la población estudiantil en algún momento se encuentra en contacto con la maquinaria, infraestructura o bien áreas del CEDA pero no se le retribuye el gasto y la depreciación de los mismos. Por ejemplo el uso y manejo de todas las herramientas como: Azadones, Machetes, Rastrillos, Palas, Carretas y demás insumos son de uso muy frecuente pero no reciben ningún mantenimiento, servicio o bien reposición periódica.

El hecho de ver al CEDA como una unidad de apoyo académico sin incluir el factor de productividad, ocasiona un efecto negativo ya que la mayor parte del tiempo no existen cultivos de manera permanente, justificado con el argumento de que no se debe lucrar con recursos del Estado como lo es la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).

Como no se obtienen ingresos a partir de la producción, no se cuenta con una caja chica que pueda cubrir gastos imprevistos que se presenten por cambios de clima, deterioro de infraestructura, daño en maquinaria, entre otros factores.

1.4.15. Análisis del FODA (Fortalezas Oportunidades Debilidades y Amenazas)

Dentro de las instalaciones que se encuentran en el Centro Experimental Docente de Agronomía se realizó un ejercicio con el personal de campo, catedráticos y estudiantes; en donde el objetivo fue llegar a conocer la visión de cada uno de los grupos.

1.4.15.1. Fortalezas del CEDA

A. Área de producción

El CEDA cuenta con una extensión de terreno de 22.38 hectáreas, las cuales están seccionadas por un sin número de actividades que se realizan dentro de ellas, un 40% está destinado a la producción agrícola, mientras el 60% restante es bosque, y áreas que no son aptas para el cultivo.

La extensión del terreno permite manejar volúmenes de producción considerablemente competitivos, si el 100% del área cultivable fuese destinada a un manejo intensivo de cultivos.

B. Recursos: maquinaria, estructuras, agua, suelo.

Se cuenta con la maquinaria necesaria para realizar las actividades agrícolas de mayor frecuencia, además de estructuras para cultivos protegidos, disponibilidad de agua sin restricción de horarios.

C. Ubicación

La granja Experimental del CEDA, se encuentra dentro del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, factor favorable que le proporciona un fácil acceso a las diversas unidades de comercialización dentro del municipio de de la ciudad Capital y área vecinas (Villa Canales, San Miguel Petapa, Villa Nueva)

D. Experiencia

El personal de campo que se encuentra a disposición dentro del CEDA posee bastante experiencia, y cada uno de ellos es asignado a un área, por ejemplo: el manejo y mantenimiento de la maquinaria, es una tarea que se lleva a cabo por una persona, convirtiéndolo así en un especialista del tema.

Dentro del claustro de catedráticos de la FAUSAC se cuenta con especialidades desde la fisiología, botánica, química, suelos, riegos, plagas y enfermedades, mercadeo y comercialización, entre otras. La lista es bastante larga, con esta experiencia y conocimientos, el CEDA puede ser además de un instrumento académico una entidad que puede tomarse como ejemplo de producción, claro está con mucho esfuerzo, tiempo e inversión.

1.4.15.2. Debilidades del CEDA

Tanto las fortalezas como las debilidades dependen mucho del punto de vista del grupo que evalué los campos del CEDA. Dentro del grupo de asistentes al ejercicio las principales debilidades que se encontraron fueron las siguientes:

A. Presupuesto para los insumos del CEDA

Aunque como fortaleza para el CEDA se presentó la extensión de terreno, una gran debilidad es el presupuesto destinado al área antes mencionada, que está levemente por encima de los 40,000 Quetzales anuales, con los que se deben de cubrir la adquisición de insumos (fertilizantes completos y productos agrícolas de uso general) a utilizar para los diferentes cultivos a establecerse durante los 2 semestres en los que se imparten diversos cursos, el combustible utilizado para la maquinaria, como imprevistos que se presentan dentro de la Agronomía, sucesos que limitan la producción por cambios en la programación.

B. Abandono de proyectos

La falta de motivación y en muchas ocasiones el poco recurso económico no permite la implementación de actividades que son de vital importancia para el buen desarrollo del proyecto, lo que provoca el mal uso de los recursos (áreas ociosas), inversión de recurso humano tanto para montar los proyectos como para removerlos, sin obtener resultados positivos.

C. Poca experiencia en cuanto al manejo agronómico de los cultivos en campo

Una buena parte de la población que ingresa a la facultad tiene el primer contacto con el área agrícola en los campos del CEDA, por esta razón el manejo de los cultivos se dificulta

hasta cierto punto, lo que provoca una reducción en el rendimiento de la producción, sin embargo este efecto es bien justificado al brindarle al estudiante conocimientos sobre la realidad del agro.

Además, parte de las actividades agrícolas podrían consultarse con el personal de campo para contar con el apoyo de su experiencia, evitando caer en errores que ya se han cometido en módulos o prácticas anteriores.

D. Poco personal para el área de trabajo

Las nueve personas que se encuentran disponibles para el CEDA no son suficientes si se da inicio a cubrir con proyectos y cultivos toda el área, al abarcar más área el número de actividades que se realicen de forma simultánea provocan conflictos en la distribución de personal para cubrir la mayoría de actividades o bien por lo menos las prioritaria. Por lo que pueden incluirse planes de proyectos productivos y proyectos de investigación, en lo que se cuente con el apoyo de la población estudiantil, consolidando e incrementando sus conocimientos además de incentivarlos a la participación en actividades de desarrollo académico y personal.

E. No existe una planificación

El CEDA no cuenta con una planificación de actividades que conciernen a los distintos módulos y prácticas que se desarrollan en sus campos, si esta se implementara las cosas podrían presentar un panorama distinto, ordenado y productivo.

F. Falta de compromiso

Los proyectos se designan a diferentes comisiones integradas por varios catedráticos, sin embargo realmente es de cuestionar qué tan dispuestos se encuentran a comprometerse con el CEDA para que el proyecto tenga un impacto positivo dentro del área de

producción, y no relegar al personal de campo o estudiantes toda la responsabilidad luego del establecimiento e iniciación del proyecto.

Comprometerse a una supervisión constante en campo según el área de especialización, y hacer todo lo posible para que funcione.

1.4.15.3. Oportunidades para el CEDA

A. Existencia de mercado

Si los productos obtenidos dentro de los campos de la Facultad de agronomía se comercializan con una marca o “sticker” que los identifique, éstos pueden comercializarse adecuadamente, dentro del campus central de la Universidad de San Carlos y otros mercados.

B. Alianzas

El año pasado se dio inicio a una serie de procesos que tiene como finalidad el establecer convenios con algunas empresas para poder brindar apoyo al CEDA, durante el año 2,009 se estableció a una relación con FASAGUA (Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala) la cual se desea fomentar para poder ingresar el producto que se obtenga a mercados que sean competitivos. Pueden y deben de buscarse otras alianzas con otras empresas, por ejemplo el establecimiento de parcelas demostrativa e investigación que brinde conocimiento al estudiante y presente tanto al CEDA como a la FAUSAC como entidades en las que se genera y desarrolla constantemente investigación.

1.4.15.4. Amenazas para el CEDA

A. Reducción del área del CEDA

Por encontrarse dentro del Campus Central de la USAC, el CEDA se ve amenazado con reducción de área para poder construir edificios, parqueos o bien campos de futbol, justificados en que se encuentra subutilizado. Este riesgo se corre e incrementa año con

año, presión generada por el crecimiento en la población estudiantil dentro de la USAC y la demanda nuevas infraestructuras.

B. Ver los campos del CEDA como un área improductiva y marginal

Ya que el CEDA es un espacio verde dentro de la Ciudad Universitaria conlleva a que muchas otras facultades o decanaturas lo vean como un depósito de basura, o bien ripio - material que se extrae de las construcciones que se realizan en los distintos sectores de la Universidad y sus alrededores-. Actualmente se ha podido controlar que se acumule chatarra de manera excesiva en el Centro Experimental Docente de Agronomía, pero esto no significa que cesen estas actividades o bien que en un futuro se presenten con mayor frecuencia.

Hasta ahora el uso del recurso hídrico no es limitado en ninguno de los sectores Universitarios, incluyendo el CEDA. El incremento en el número de estudiantes en un futuro puede orillar al racionamiento del agua utilizada para riego, esto se tiene considerado para cuando la demanda de este recurso se incremente dentro de los edificios y cafeterías para años venideros.

1.5. Conclusiones

Después de permanecer alrededor de diez meses dentro de las instalaciones del Centro Experimental Docente de Agronomía, entablado entrevistas y conversaciones con personal de campo, el Coordinador del CEDA y algunos de los catedráticos que hacen uso del mismo se ha llegado a las siguientes conclusiones.

- Se cuenta con la información necesaria sobre fisiografía, capacidad de uso del CEDA y ahora con un mapa de propuesta de uso, toda esta información generada para la Facultad de Agronomía no tiene un costo extra, de manera que es posible elaborar un mapa de uso Potencial, en consenso con los catedráticos.
- La falta de planificación estratégica, fue uno de los principales problemas que se detectaron. No existe un programa de uso para cada uno de los diferentes módulos y cursos que se imparten, la implementación de esta actividad mejoraría la distribución de espacio y apoyo por parte del personal de campo, este problema enmarca muchas más actividades, no es únicamente el uso de las áreas.
- El corto techo presupuestario con el que se cuenta es una de las limitaciones más fuertes para el desarrollo productivo, los insumos a adquirirse deben de ser de uso sumamente amplio, supliendo escasamente las necesidades básicas de los cultivos a establecerse, porque al llegar a agotarse alguno de los insumos éste difícilmente puede reemplazarse con otro mejor o bien reponerse.
- No existe relación alguna entre un Proyecto y otro dentro del CEDA, si se realizara un empalme para que una actividad pudiera apoyarse con otra el manejo de estos Proyectos se facilitaría.
- Con un mapa de propuesta de uso con el que se cuenta para esta área, puede discutirse con todo el claustro o bien la parte del mismo que desee participar en un

re ordenamiento de áreas como se recomienda, ya que dicha información fue generada en base a datos tomados por la Unidad de Sistemas de Información Geográfica –USIG- de la FAUSAC. Convirtiéndola en una valiosa ayuda.

- Considero el manejo del CEDA es complicado, lo ha sido desde hace un período de tiempo y bajo distintas administraciones, por lo que no puede recargarse la culpa en unas pocas personas debe de realizarse un compromiso en donde todas las partes, y me refiero al personal docente, administrativo, estudiantil y de campo lleguen a un acuerdo, y este se respete a cabalidad.

1.6. Recomendaciones

- Si cada uno de los catedráticos que coordinan módulos y prácticas en el CEDA realizan una planificación previa y ésta es presentada antes de dar inicio el semestre, se podrá llevar a cabo una recopilación de todos los planes para la elaboración de un documento general, con el fin de informar sobre las actividades que se llevaran a cabo, las fechas de las mismas y además del tiempo de utilización por área asignada.
- Un mapa de uso potencial proveería al CEDA de un plan en el que se podrá determinar el uso correcto y el valor o Costo de realizar diferentes enmiendas las cuales tendrán como principal objetivo el uso adecuado del suelo y la recuperación según características antes estudiadas.
- Podría establecerse un acuerdo con los estudiantes sobre la producción obtenida, es verdad que la mayoría de los insumos son ellos quienes los proveen pero no los reconocen monetariamente a la Facultad que mantenga un área improductiva por un tiempo, los recursos hídricos utilizados entre otros. No consiste en donar al CEDA el total de la producción obtenida, sino hacia el establecimiento de porcentajes, para poder adquirir nuevamente insumos que se hayan agotado tales como: mangueras para riego, fertilizantes, rafia y demás recursos de frecuente uso.
- Reflexionar sobre el potencial que se maneja al contar con 22.38 hectáreas de terreno, y que pueden convertirse en áreas altamente productivas con un poco más de esfuerzo además de compromiso tanto docente, como el del personal de campo y la población estudiantil.
- Se pueden realizar convocatorias entre los estudiantes que quieran colaborar voluntariamente con los proyectos que se aprueben, y de alguna manera los incentivos pueden ser créditos o bien méritos curriculares y extra curriculares. La

idea es que las personas que se involucren en los mismos sean dirigidas por su interés en mejorar los campos del CEDA y colaborar con su desarrollo y futuro productivo sin perder la visión Académica inicial.

- Muchos de los catedráticos presentan y obtienen la aprobación para proyectos de investigación, los que pueden implementarse dentro de los campos de la Facultad de Agronomía, estableciéndose conjuntamente con el apoyo y autorización de la administración.
- Impulsar y plantear actividades que puedan ser modelos de desarrollo tecnológico, y generen respuesta a la problemática forestal y ambiental. Incluyendo en ellas servicios a la investigación y docencia en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

1.7. Bibliografía

1. Amador, D. 2008. Proyectos a implementar en el CEDA (entrevista). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Área Tecnológica, Subárea de Protección de Plantas y Coordinador del Centro Experimental Docente de Agronomía.
2. Cabrera, J. 2009. Desarrollo de proyectos ya establecidos en el CEDA (entrevista). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Coordinador del Centro Experimental Docente de Agronomía.
3. Cordón Sosa, EN. 1991. Levantamiento detallado de suelos del Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 137 p.
4. Cruz, J R de la. 1928. Clasificación de la zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala INAFOR. 42 p.
5. Orellana, SO. 2008. Coordinación de actividades a desarrollar en el CEDA (entrevista). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Centro Experimental Docente de Agronomía, Encargado de Finca I.
6. Reynoso, J. 2008. Metodologías de creación de mapas de uso de la tierra (entrevista). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Unidad de Información Geográfica.
7. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de suelos de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.

1.8. Anexos



Figura 5 A. Bodega de herramientas, para uso de los estudiantes de la FAUSAC
Foto: Camel Franco J. M.



Figura 6 A. Taller de Mecánica, en donde se almacenan toda la maquinaria a utilizar en los campos del CEDA
Foto: Camel Franco J. M.



Figura 7 A. Sarán para plantas ornamentales, en donde se lleva también a cabo la propagación de las misma durante el Módulo de Ornamentales
Foto: Camel Franco J. M.



Figura 8 A. Área de invernaderos, para cultivos bajo invernaderos y propagación de plantas
Foto: Camel Franco J. M.



Figura 9 A. Área de proyecto productivo de hortalizas
Foto: Camel Franco J. M.



Figura 10 A. Área de vivero Forestal
Foto: Camel Franco J. M.



Figura 11 A. Área destinada al arboretum de la Facultad de Agronomía, proyecto que fue abandonado

Foto: Camel Franco J. M.



Figura 1. Abandono de áreas reforestadas

Foto: Julia Ma. Camel Franco

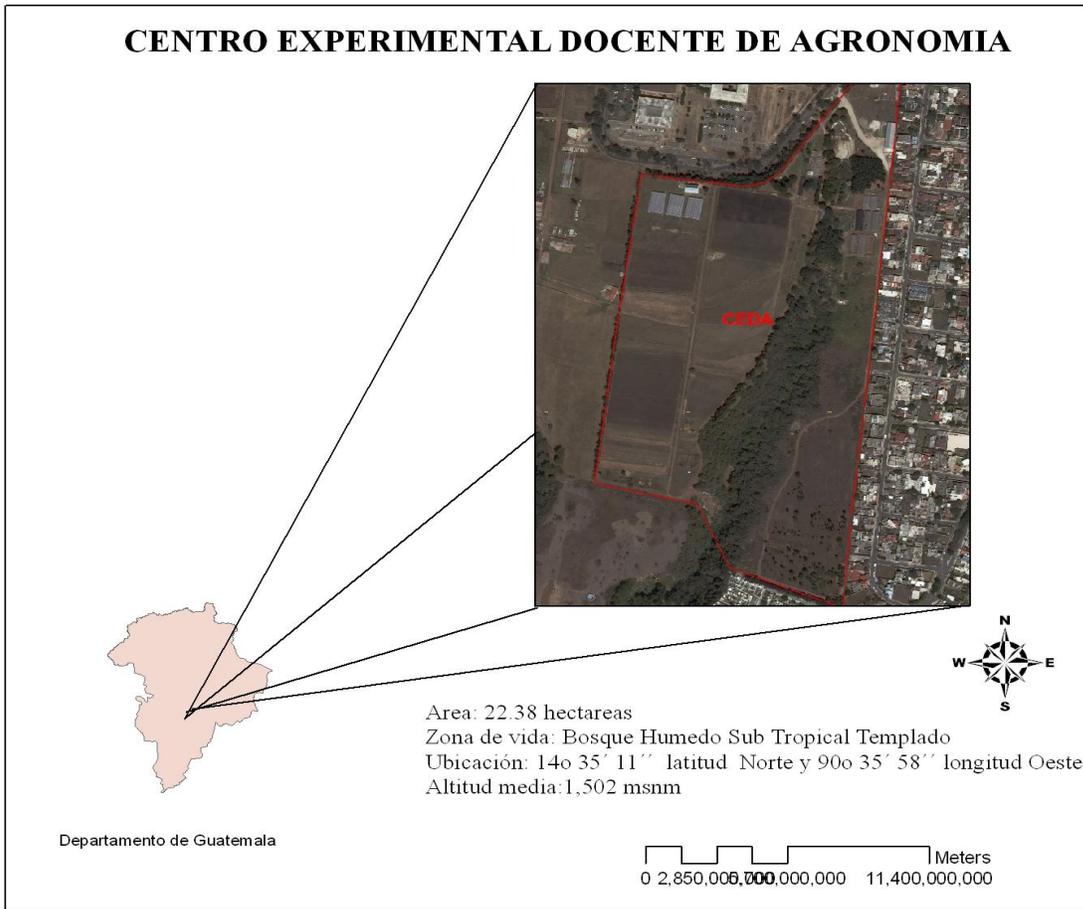


Figura 12 A. Ubicación del Centro Experimental Docente de Agronomía

Foto: Camel Franco J. M.

El Centro Experimental Docente de Agronomía colinda: al Norte con la colonia el Carme y la colonia Sta Rosa, al Sur con la colonia Villa Lobos II y Colonia Sn Carlos, al Este con la colonia Villa Sol , al Sur-este con el cementerio la Colina , al Oeste con la Colonia Monte María.

**CAPITULO II. EVALUACIÓN DE CUATRO FRECUENCIAS DE FERTIRRIEGO EN
HIDROPONÍA PARA LA REPRODUCCION DE MINITUBÉRCULOS DE PAPA
(*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD LOMAN, PARA PRODUCCIÓN DE SEMILLA
PREBÁSICA CON CALIDAD FITOSANITARIA**

**EFFECTS OF FOUR FERTIGATION FREQUENCIES ON HYDROPONICS FOR (*Solanun
tuberosum* L.) POTATO MINITUBER PRODUCTION, LOMAN VARIETY , TO PRODUCE
A PRE-BASIC SEED OF HIGH PHYTOSANITARY QUALITY**

2.1. Introducción

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los principales en todo el mundo, Guatemala es considerado un segundo centro de origen para este cultivo (Christiansen y Vargas), las principales variedades a comercializar en la Agroindustria alimentaria son: la Variedad “Loman”, ICTAFRIT, Atlantic así como clones originados de mejoras genéticas en el material parental. Actualmente la tecnología en el campo agrícola se ha desarrollado, permitiendo la obtención de materiales libres de virus, bacterias y otros patógenos, utilizando como herramienta el cultivo de tejidos (cultivos *In vitro*).

Según la FAO además de ser uno de los cultivos de mayor importancia en el mundo al lado del maíz, arroz y trigo en el 2001 la producción mundial fue aproximadamente de 308 millones de toneladas en 19 millones de hectáreas con una productividad media de 16 t/ha.

Basándose en el documento “La papa en cifras”, editado por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas en febrero del 2000, se establece que para 1998 en Guatemala, se plantaron aproximadamente 11,962 hectáreas, y se produjeron 296,418 toneladas métricas. Se estima que para ese año se produjo un promedio de 24.78 t/ha. Promedio superior al estimado para Centroamérica y el Caribe, establecido por FAO para el año 2002 (22.7 t/ha de papa).

La mayoría de los patógenos que atacan el cultivo se encuentran en el suelo, y cuentan con la capacidad de permanecer en el mismo durante largos períodos de tiempo, esto ocasiona para el caso de la papa problemas con la producción de semilla. El presente estudio consistirá en la implementación de un sistema hidropónico aplicado a la producción de micro-tubérculos de papa variedad Loman, con cuatro diferentes frecuencias de fertirriego, con el objeto de obtener semilla pre-básica con calidad fitosanitaria. Se decidió utilizar este sistema de cultivo ya que proporciona condiciones semi-asépticas.

La presente investigación se llevó a cabo en los meses de mayo a diciembre del año 2,008, dentro de los campos del Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA). Con la finalidad de conocer la respuesta a las condiciones climáticas con las que cuenta la Facultad de Agronomía y su potencial como posible productora de semilla de papa pre-básica.

El resultado de esta investigación permitió establecer que el CEDA cuenta con las condiciones e infraestructuras necesarias para producir y comercializar semilla de papa pre-básica con calidad fitosanitaria, siendo el tratamiento tres (T3) el recomendado en estas condiciones climáticas bajo invernadero.

2.2. Planteamiento del problema

Desde hace mucho tiempo el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L) es considerado según la FAO uno de los más importantes en la alimentación, tanto para Guatemala como para el mundo.

Sin embargo en Guatemala han surgido serios problemas con el control de patógenos en el mencionado cultivo, debido a que el manejo de esta solanácea interacciona con otros cultivos y malezas que pertenecen a la misma familia, complicando así la parte agronómica.

Dentro de la gama de patógenos que atacan a la papa están: bacterias, virus, hongos, nemátodos etc. Hospedándose dentro del material vegetativo que se utilizará como semilla para las próximas producciones.

La demanda de papa es cada vez mayor así también se incrementan las áreas del cultivo, y la limitante es un material vegetal que se encuentre totalmente sin inóculo. El principal problema es la escasa disponibilidad de semilla certificada que existe actualmente en Guatemala, la única entidad encargada es el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) con la sede en Olinstepeque Quetzaltenango y en algunas áreas de los Cuchumatanes en Huehuetenango.

Para el área central metropolitana no existe aún un distribuidor que garantice la limpieza de la semilla de papa, por lo que la evaluación realizada

2.3. Justificación

La implementación de un programa de producción de semilla de papa certificada, ayudará a solucionar en parte el problema de escasez de semilla con buena calidad sanitaria, de este modo, los pequeños, medianos y grandes productores además de comercializadores de papa, fortalezcan la cadena agro productiva.

Los sistemas hidropónicos son conocidos también como, sistemas de cultivo sin suelo, gracias a los diferentes procesos de desinfección a los que se sujetan los sustratos utilizados para este tipo de cultivos. Se puede considerar que estos son prácticamente inertes, proporcionando condiciones semi asépticas y semi estériles. Se ha optado por utilizar turbas del tipo peat-most, como sustrato para llevar a cabo la evaluación. El tema del fertirriego ha sido de poca evaluación por lo menos para el cultivo de papa, además se desconoce de los niveles de fertilización y las frecuencias, por lo menos para esta que es el área metropolitana.

Al obtener semilla pre básica de papa esta puede comercializarse tanto para empresas transnacionales que incursionan en el mercado de la agroindustria como para pequeños agricultores, dichas empresas han manifestado la inquietud de materiales que sean los adecuados de acuerdo a sus necesidades de producción, por lo que ellos compran la semilla y la distribuyen dentro de sus productores para garantizar un mismo patrón genético, sin importar el área de producción.

El cultivo a evaluar es sumamente demandado ya que forma parte fundamental en la alimentación del guatemalteco y es uno de los más utilizados en la industria alimentaria, para la producción de frituras. Hay que tomar en cuenta que solo algunas variedades pueden trabajarse en la agroindustria no todas cuentan con las características necesarias.

El Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación -MAGA- es quien debería tener a cargo la producción de mini-túberculos, sin embargo esto no se está ejecutando por el momento. Debido a esto es de vital importancia producir semilla “limpia”, que se garantice se encuentre libre de virus y de bacterias, de esta manera los productores no contaminarán campos que aun se encuentren limpios, e incrementar los rendimientos.

2.4. Objetivos

2.4.1 General

Evaluar un sistema de cultivo hidropónico para la producción de mini tubérculos como material vegetativo a utilizarse como semilla pre-básica de papa (*Solanum tuberosum* L.).

2.4.2 Específicos

Desarrollar la metodología para el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) haciendo uso de 4 frecuencias de fertirriego, bajo un sistema hidropónico para la producción de semilla pre-básica de papa (*Solanum tuberosum* L.).

Determinar cuál es la mejor frecuencia de fertirriego para la producción de micro tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.).

2.5. Hipótesis

2.5.1 Hipótesis nula

No existen diferencias significativas entre las cuatro frecuencias de fertirriego aplicadas al cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo un sistema hidropónico semi-aséptico.

2.5.2 Hipótesis alternativa

Por lo menos una de las frecuencias de fertirriego aplicadas al sistema de cultivo hidropónico presenta diferencias significativas en la producción de semilla pre-básica de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Loman.

2.6. Marco conceptual

2.6.1. Marco teórico

2.6.1.1. Descripción de la papa (*Solanum tuberosum* L.)

A) Descripción botánica

Es una planta anual herbácea, con hojas alternas, simples, sin estipulas; inflorescencia cimosa, con flores bisexuales, actinomorfas; cáliz de 5 sépalos unidos, persistente; corola de 5 pétalos unidos, rotados; Androceo de 5 estambres, insertos en el tubo de la corola y alternos con sus lóbulos; Gineceo constituido por un pistilo compuesto de 2 carpelos, con 2 lóbulos, óvulos numerosos, placentación axilar, ovario supero, estilo terminal. (Jones S)

El fruto es una baya, semillas con un embrión curvo o recto dentro de un esperma, de sabor desagradable y probablemente venenosa, con semillas fértiles, pero que no se emplean para la propagación, excepto cuando se desea obtener nuevas variedades. Debajo del suelo, a partir del extremo de un estolón se forman los tubérculos cargados de almidón. (Jones S)

2.6.1.2. Clasificación taxonómica de la papa (Jones S):

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanáceas

Género: *Solanum*

Especie: *Solanum tuberosum* L

2.6.1.3. Análisis de nutrimentos

La papa en Guatemala está caracterizada por ser un cultivo de mucha importancia alimenticia entre pequeños y medianos agricultores, debido al alto contenido de vitaminas y proteínas que contiene. Los principales componentes de la papa se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Nutrientes presentes en la papa

Componente	G/100 g de Peso fresco
Agua	77.4
Carbohidratos	17.4
Proteína	2.7
Grasas	0.1
Calcio /mg/100g)	14.7
Hierro (mcg/100g)	0.8
Tiamina (mcg/100g)	52.6
Niacina (mcg/100g)	1.4
Vitamina C(mcg/100g)	21.4
Fibra Cruda	0.6

Fuente: Christiansen, J.A. y Vargas Machuca, R. 1981.

La papa es de gran valor nutritivo, posee un bajo valor de proteína respecto a la que posee la carne pero supera a la proteína que posee el trigo, la avena y las verduras. La composición química de la papa puede variar de acuerdo al clima, fertilidad del suelo, variedad y algunas otras condiciones que favorezcan a la formación de un buen tubérculo. (Christiansen, Vargas, 1980)

2.6.1.4. Zonas de producción

Los departamentos con las condiciones óptimas para el cultivo de la papa se muestran en la Figura No.1. Las áreas óptimas para el cultivo de la papa, se determinaron con base en las condiciones bioclimáticas de las regiones, atendiendo las necesidades del cultivo. Estas regiones involucran a los siguientes departamentos. .(Christiansen, vargas, 1980)

- Huehuetenango
- San Marcos
- Quetzaltenango
- Sololá
- Chimaltenango
- Sacatepéquez
- Quiche
- Totonicapán
- Guatemala
- Alta Verapaz
- Baja Verapaz
- Jalapa

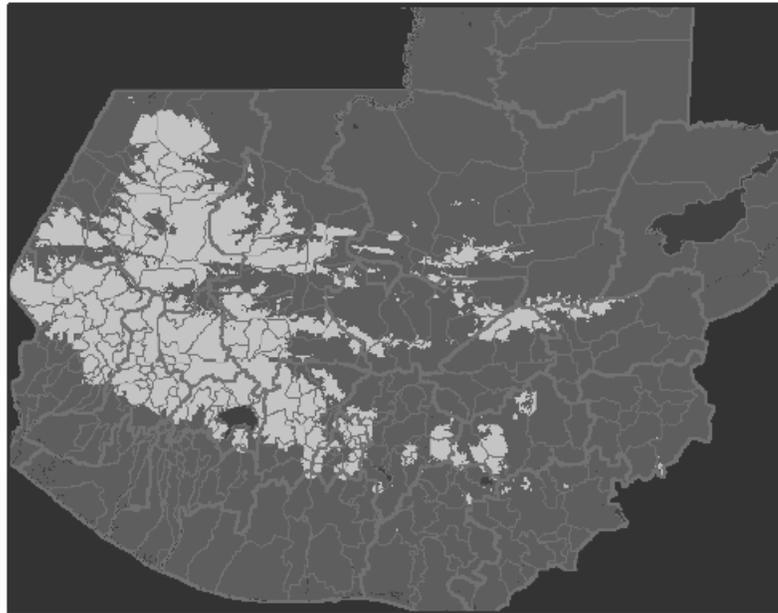


Figura 13. Zonas donde se cultiva papa (*Solanum tuberosum* L.) en Guatemala
Fuente: Christiansen y Vargas

Cuadro 6 Áreas de producción, hectareaje cultivado, producción y época de cosecha del cultivo de la papa en Guatemala.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	ALDEA O CASERIO	ARÉA CULTIVADA EN HAS	PRODUCCIÓN EN QQ	ÉPOCA DE SIEMBRA
	Todos los Santos	Saciagua, Pajón, Tres Cruces, Tzunul, Villa Alicia, Tuipt, Batzalo, Los Ramírez	30	18.863	Marzo-Abril
		Buena Vista, Chicham, Tuicoy, Chemal	109	95,920	Sept-Nov.
Huehuetenango		Tuisoch, El Rancho, La Ventosa, Chiabal, Tuiboch			
	Chiantla	San Antonio, El Pino, Río Escondido, El Rancho, Patio Bolas, Chochal	15	7,590	Marzo-Abril
-		Agua Alegre, Paquix, Chancol, Nueva Esperanza, Potrerito, San Nicolás, Capellania, Siete Pinos, Sibilá, El Rosario, Tunimá.	73	44,968	Sept-Nov
	San Juan Ixcay	Chemal, Bacú, Jojoles, Tojquiá, Tunimá Y Chanchocaj I, II y III	188	144,760	Agosto-Octubre
	Cuneen	Chutuj, Xetzac, Batzulá, Las Vegas, Chiul	2	286	Junio-Jul y Nov-Dic
El Quiché	Chichicastenango	Las Trampas, Chicúa I, Agua Escondida	1	200	Junio-Jul, Ag-Sept, Nov-Dic.
	Nebaj	Palop, Vicalamá, Quejchip y Xexucap	1	178	Junio-Jul y Nov-Dic
	Quetzaltenango		24	10,500	Jun-Jul y Sept-Oct.
	Olintepeque		9	3,000	Jun-Jul y Sept-Oct.
	San Carlos Sija		11	3,500	Agosto-Septiembre
	Sibilia		108	37,000	Agosto-Septiembre
	San Miguel Siguilá		26	11,000	Jun-Jul y Sept-Oct.
Quetzaltenango	San Juan Ostuncalco		77	30,000	Jun-Jul y Sept-Oct.
	San Mateo		70	23,000	Jun-Jul y Sept-Oct.
	Chiquirichapa Concepción		150	58,000	Jun-Ag y Sept-Oct.
	San Martín Sacatepéquez		70	24,000	Jun-Ag y Sept-Oct.
	Almolonga		15	6,800	Jun-Ag y Sept-Oct.
	Cantel		4	1,100	Jun-Jul y Sept-Oct.
	Huitán		4	1,200	Agosto-Septiembre
	Zunil		3	1,000	Agosto-Septiembre
Alta Verapaz	Tactic	San Juan, Aguacatillo, Pasmolón, Cuyquel, La Esperanza, Chacalté, Río Frio, Challi, Tampo, Chisac, Chamaoj, Platero	73	36.794	Febrero-Mayo
	Santa Cruz	Santa Elena, Chitúl, Chijou, Panquijou, Chisacsi, Chixajau	81	40.95	Febrero-Mayo
	Verapaz	La Isla, San Rafael-Chilocom, Río Frio, Valparaíso,			
	Cobán	Tomtem	41	20,807	Febrero-Mayo
San Marcos	San Vicente Pacaya		18	520	Feb-May y Sept-Dic

Continuación cuadro 6

	Sololá		500	204,4	Feb-Jun y Sept-Oct.
	San José Chacayá		35	13,608	Feb-Abr. Y May-Jun
	San Andrés Semetabaj		52	14,56	Ag.-Sept.
	Concepción		5	1,75	Ag.-Sept.
Sololá	Santa Lucía Utatlán		17	4,284	Ag-Sept
	Santa Catarina Ixtahuacán		12	3,168	Mar-Abr.
	San Antonio Palopó		12	3,96	Jul-Ag.
	Santa Cruz La Laguna		5	1,32	Jul-Ag.
	Nahualá		4	1,056	Mar-Abr.
	Santa María Visitación		3	792	Jul-Ag.
	San José Pínula	San Xin, Socorro, El Frío, Cruz Alta	224	107,8	En-Feb, Junio-Jul y Dic.
Guatemala					
	Palencia	Pie del Cerro, Plan La Joya y Concepción	805	373,8	En-Feb, May-Junio y Di
	Santa Apolonia		190	50,247	Julio y Diciembre
Chimaltenango	Tecpán Guatemala		323	130,815	Julio y Diciembre
	Patzún		168	68,04	Julio y Diciembre
	Patzicia		343	139,914	Julio y Diciembre
	Zaragoza		155	62,775	Julio y Diciembre
	Totonicapán	Panquix, Pacapox, R Nimasac	8	2,6	Mar-Jun y Jun-Oct
	San Cristobal Totonicapán	La Ciénaga y Pacan	3	1,3	Mar-Jun y Jun-Oct
Totonicapan	Momostenango	Xequemeyá San José	4	1,7	Mar-Jun y Jun-Oct
	San Andrés Xecul	Palomora	2	900	Mar-Jun y Jun-Oct
	Santa María Chiquimula	El Rancho, Xesaná, Carrillo, Xejurunjá	4	1,3	Mayo-Agosto
	Santa Lucía La Reforma	Arroyo Sacasiguán	3	4,1	Feb-May y May-Ag
Baja Verapaz	Salamá		120	53,239	Enero-Abril
	Rabinal		42	18,719	Mayo-Sept.
	Purulhá		235	102,613	Feb-Marzo y Agosto
Jalapa	Jalapa		1.6	960	Septiembre-Febrero
	Mataquescuintla		700	420	Septiembre-Febrero

Fuente: Christiansen Vargas

Observación: Los departamentos restantes, no tienen áreas significativas de producción. Según Christiansen Vargas.

2.6.1.5. Cultivares recomendados

Dependiendo de las condiciones de altitud, clima, suelo y fertilización, pueden variar algunas características fenotípicas o expresiones genéticas en los diferentes cultivares de papa descritos a continuación. (ICTA Catálogo variedades de papa 2002)

A. Variedad Loman

Planta con tallos y hojas de color verde oscuro. Su altura de planta varía desde 20-30 cm (3,500 msnm¹) a 60-65 cm (2,390 msnm). En condiciones de campo no produce flores o algunas veces pocas. La forma del tubérculo puede variar de oblongo alargado a alargado. La pulpa y piel es de color crema, susceptible a Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*). Su ciclo vegetativo varía de 80-90 días (2,390 msnm) a 120 días (3,500 msnm). A 2,390 msnm presenta 18.8 % de sólidos y 13.2 % de almidón. De acuerdo a su uso, se caracteriza por ser excelente para papas hervidas y puré; de regular a buena para papalinas y enlatado. Presenta una textura cerosa. Los rendimientos pueden variar de 15 t/ha² (3,500 msnm) a 20-30 t/ha (2,390 msnm).



Figura 14 a. Corte longitudinal del

Figura 15 b. Brote vegetativo

Fuente: ICTA 2000

2.6.1.6 Situación actual e importancia del cultivo de la papa en Guatemala

Según datos estimados del Banco de Guatemala y la Unidad Sectorial de Planificación Agropecuaria y de Alimentación –USPADA-, la producción y comercialización de la papa en el territorio nacional ha mantenido los siguientes valores en los últimos 7 años.

**Cuadro 7. Producción y comercialización de la papa en Guatemala
(1995-2001)**

Año	Área cosechada(miles de manzanas)	Producción (miles de quintales)	Rendimiento (quintales por manzana)	Importación en miles de quintales)	Exportación en miles de dólares US	Miles de Quintales	Miles de US dólares	Precio promedio
								\$/qq
1995	13.2	4158	315	3.2	212.3	534.6	1378.5	2.6
1996	13.2	4210.8	319	2.5	268	671	1251.6	1.9
1997	13.3	4295	322.9	6.6	215.3	687.2	21552	3.1
1998	13.5	4424.7	324.5	7.6	174.9	602.1	2598.3	4.3
1999	13.5	4308.9	327.8	8.1	207.5	676.9	3561.9	5.3
2000	13.5	4420	327.4	7.9	203.6	691.7	3804.35	5.5
2001	13.6	4450	335.4	7.7	200	710.1	4047.57	5.7

Christiansen, J.A. y Vargas Machuca, R. 1981.

1 Metros sobre el nivel del mar

2 Toneladas/Hectáre

Como puede apreciarse el cuadro 3, las exportaciones han aumentado rápidamente, generando un estimado de 4057,57 miles de US dólares al país, con áreas de producción que han variado levemente en el transcurso de los años. Se puede observar que el precio medio estimado del quintal de papa ha aumentado levemente, en los últimos 3 años reportados.

2.6.1.7. Producción de semilla de papa certificada

A. Fase de condiciones controladas

a) Adaptación de plantas libres de virus , al campo

Una vez obtenidas las plantas libres de virus por cualquiera de los métodos, es necesario acondicionarla para regresarla a las condiciones de las cuales fue excluida, para eso es necesario aclimatarlas. (Jones S)

Generalmente la forma más eficiente de conservar las plantas libres de virus es a través de la inducción a formación de tubérculos “ in vitro “, estos constituyen una fuente de semilla básica disponible para el productor de semilla, que evita una serie de dificultades en cuanto a los pasos de aclimatación de plántulas obtenida “in vitro”, así como una reducción del costo en cuanto al manejo de mallas antiáfidos.(Jones S)

En el invernadero las plántulas provenientes de los recipientes, son colocadas en camas, estas contienen sustrato estéril y son alimentadas con fertirrigación, el manejo del cultivo sigue un sistema de producción y asepsia. Merece especial cuidado la preparación de camas, preparación de los sustratos, trasplante, aporques, tutores y controles fitosanitarios. En cada una de las labores el control interno de calidad (C.I.C), juega un rol importantísimo para verificación y corrección del proceso, para finalmente obtener tubérculos–semilla categoría pre-básica de altísima calidad, que será el insumo fundamental con el que se inicia el proceso de multiplicación de las categorías siguientes, es decir básica, registrada y certificada. (Jones S)

Proceso de producción

Categorías de semilla de papa.

Se reconocen las siguientes categorías de semilla de papa:

1. Elite: Vitroplantas y microtubérculos producidos en condiciones controladas de laboratorio.
2. Pre-básica: Semilla producida en invernadero a partir de material élite hasta un máximo de cuatro generaciones.
3. Básica I: Semilla producida en campo a partir de semilla Pre-básica.
4. Básica II: Semilla producida a partir de semilla Básica I y que cumple los mismo requisitos y estándares de esa categoría.

5. Registrada: Semilla producida a partir de la semilla Básica I o Básica II.
6. Certificada: Semilla producida a partir de la semilla Registrada.
7. Autorizada: La entidad correspondiente respecto a normas y regulaciones fitosanitarias, podría permitir la producción de semilla Autorizada, a partir de la siembra de semilla Certificada, o de otra Autorizada.

B Calidad fitosanitaria en la producción de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L)

Una de las estrategias más efectivas para el combate de enfermedades en los cultivos es a través del mejoramiento genético, sin embargo, no siempre es factible desarrollar variedades resistentes a determinados patógenos. (Resh.1,998)

Las semillas pueden ser un medio ideal para el transporte de inóculo de patógenos de origen viral, bacterial o fungoso e inclusive de nematodos, que afectan la germinación y consecuentemente la emergencia y población de plantas, o bien causar problemas patológicos en los cultivos una vez establecidos. Igualmente, pueden diseminar enfermedades en determinadas regiones donde estaban ausentes.(Resh 1,998)

En algunos cultivos la calidad sanitaria de las semillas es esencial, como en papa, frijol, para solo mencionar dos ejemplos, representando uno de los factores de mayor relevancia en la producción de este tipo de semillas.(Resh 1,998)

La utilización de terrenos nuevos o libres de inóculo, la zonificación, épocas de siembra adecuadas, el entresacamiento de plantas enfermas, el control fitosanitario y el mismo tratamiento de la semilla se constituyen en prácticas recomendables para la producción de semilla sana. (Resh 1,998)

Los productores califican la calidad de semilla de mala o buena según un conjunto de criterios a los cuales atribuyen diversos grados de importancia según experiencias y

necesidades particulares. Para muchos agricultores el tamaño de la semilla es un criterio muy importante por su relación con el costo unitario o por la exigencia de la siembra mecánica. Otros dan mucho valor a la procedencia de la semilla identificando la calidad con la localidad de producción. (Ezeta 2008)

En algunos casos se considera la apariencia externa del tubérculo, estado de conservación, brotamiento y presencia de síntomas visuales de plagas y enfermedades. Ocasionalmente se recurre al análisis de enfermedades viróticas por métodos serológicos. En realidad todas estas observaciones son apreciaciones parciales de un concepto integral de calidad que incluye dos grandes grupos de factores relacionados a la fisiología y a la sanidad. (Ezeta 2008)

Estos factores tienen íntima relación con las condiciones climáticas del lugar de producción, con el proceso productivo mismo y con el manejo postcosecha de la semilla. (Ezeta 2008)

C. Antecedentes de investigaciones sobre la producción de semilla de papa pre básica en el cultivo de papa (*solanum tuberosum* L)

En algunos países de Centro América como del mundo desde hace un tiempo ya, se esta trabajando con el cultivo hidropónico para la obtención de semilla de papa pre-básica, en algunos casos para la producción directamente o bien para el proceso de certificación.(Pinza 1997)

A continuación se presentan los resultados de un trabajo realizado en el área de Perú. El presente trabajo de investigación se llevó acabo en las instalaciones de la Estación Experimental Santa Ana, ubicada en el distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, departamento de Junín, campaña agrícola 2003-2004, con el objetivo de estudiar la producción de semilla pre-básica de papa mediante hidroponía. (Pinza 1997)

Se estudiaron el comportamiento de dos variedades de papa en medio de desarrollo hidropónico, los resultados muestran que no existe diferencias estadísticas significativas entre las dos variedades en cuanto a rendimiento en número de tubérculos por planta, aunque en la variedad Condemayta (2.1tub/planta) se observa un incremento en el promedio de rendimiento de número de tubérculos en 9,44% mas que la variedad Capiro, asimismo se ha determinado que la presencia excesiva de temperatura (33° c) dentro del invernadero además de la distribución heterogénea del mismo dentro del invernadero influyó significativamente en la tuberización de las plantas. este ensayo será repetido en las próximas campañas agrícolas para encontrar y estandarizar técnicas de manejo de cultivo de papa para la producción de semilla pre-básica por hidroponía. Esta investigación presentó un tiempo de duración de 5 meses aproximadamente del 1-07-2004 hasta 1-12-2004. (Pinza 1997)

2.6.1.9. El concepto de semilla de papa

Los productores califican la semilla de mala o buena calidad según un conjunto de criterios los cuales reciben diversos grados de importancia según experiencias y necesidades individuales. (Garay, 1985)

Para muchos agricultores el tamaño de la semilla es un criterio muy importante por su relación con el costo unitario o por la exigencia de la siembra mecánica. Otros dan mucho valor a la procedencia de la semilla identificando la calidad con la localidad de producción. (Garay, 1985)

En algunos casos se considera la apariencia externa del tubérculo, estado de conservación, brotamiento y presencia de síntomas visuales de plagas y enfermedades. Ocasionalmente se recurre al análisis de enfermedades viróticas por métodos serológicos. (Garay, 1985)

La relación entre el estado fisiológico y el potencial productivo es bien conocida. La semilla producida en climas fríos exhibe una curva de crecimiento más amplia y un mayor potencial productivo que la semilla producida en climas cálidos. (Garay, 1985)

Algunos otros factores ambientales y de manejo de la producción y la post cosecha modifican la edad fisiológica de la semilla y consecuentemente su precocidad y productividad. Entre los factores que inducen al envejecimiento fisiológico en la producción están el fotoperíodo de días cortos y la alta temperatura, el déficit hídrico y la baja fertilización nitrogenada de las plantas madre y principalmente la alta temperatura durante el almacenamiento. (Garay, 1985)

Los mejores lugares para la multiplicación son aquellos que por sus condiciones climáticas severas y por su aislamiento de otros cultivos permiten producir semilla bajo la mínima presión de infección de enfermedades transmitidas por diversos vectores, de los cuales los más conocidos son los áfidos. (Garay, 1985)

2.6.1.10. Semilla de calidad

Es el tubérculo que muestra las condiciones genéticas, físicas, fisiológicas y sanitarias para reproducir plantas que, en condiciones adecuadas de cultivo, reproducirán las características y el potencial de la variedad que se ha sembrado. (Montes de Oca 2005)

2.6.1.11. Producción de semillas en invernadero

Las plántulas, libres de patógenos, producidas masivamente en condiciones de laboratorio (in vitro), son llevadas al invernadero y trasplantadas en macetas o camas de producción de tuberculillos debidamente desinfectadas. (Ortuño, Franco, Oros, Main, 2008)

Otro método de multiplicación rápida de plantas de papa son los esquejes, que pueden ser de brotes, tallos juveniles, laterales, adultos y punta apical. Esta técnica es recomendable porque a través de las partes vegetativas empleadas no se diseminan los nematodos, además es muy útil para obtener semilla limpia en menor tiempo y a bajo costo, en comparación con las obtenidas en cultivo in vitro. (Ortuño, Franco, Oros, Main, 2008)

Para ambos casos, el sustrato a utilizar deberá ser cuidadosamente esterilizado, para garantizar un sustrato libre de nematodos. En este trabajo se describen dos métodos para verificarlo. (Ortuño, Franco, Oros, Main, 2008)

2.6.1.12. Clasificación del tubérculo

La clasificación por tamaños es importante ya que repercute en la uniformidad de la germinación del futuro cultivo y hay que atender las preferencias de los compradores de semilla, pues unos prefieren semilla de tamaño pequeño y otros prefieren semilla de tamaño mediano o grande. (Montes de Oca 2005)

2.6.1.13. Debilidades en los sistemas de producción de semilla en América latina

Aunque existen grandes diferencias entre los países latinoamericanos hay un número de debilidades que aparecen en diferente grado de intensidad. A continuación presentamos una lista de las más frecuentes.

- Incumplimiento de leyes y reglamentos de semilla.
- Obsolescencia o inaplicabilidad de las normas legales
- Indefinición de responsabilidades institucionales para la supervisión y el control de calidad.
- Inestabilidad del personal capacitado para producción de semilla pre-básica en las instituciones públicas
- Debilidad de las asociaciones de productores
- Poca coordinación entre oferta y demanda para definir qué se multiplica, dónde y cuánta semilla pre-básica o básica se necesita.
- Competencia entre el sector público y el sector privado en la producción de semilla
- Sobredimensionamiento de la infraestructura para producción de semilla pre-básica
- Baja eficiencia productiva en laboratorios, invernaderos y campo
- Elevado costo de producción

- Inestabilidad de precios
- Fuga de semilla del sistema formal hacia el mercado de consumo
- Deshonestidad de intermediarios en el mercado de semilla (Ezeta 1999))

2.6.1.14. Importancia y concepto de riego

El desarrollo económico y social de un país depende en gran medida de sus posibilidades para lograr una producción del sector agrícola acorde a sus necesidades de alimento y además tener un excedente para exportar a otros países y servir de base a un desarrollo industrial. Los programas nacionales de desarrollo deberán considerar la incorporación a la producción agrícola de nuevas áreas de cultivo e intensificar el uso de aquellas tierras que han dependido exclusivamente del régimen de lluvias. Debe tratarse de ampliar la frontera agrícola mediante la ejecución de proyectos de riego y drenaje en áreas que serían factibles desde el punto de vista técnico económico y social, a través del incremento de áreas irrigadas, se eleva la producción agrícola pudiéndose entonces tener un mayor volumen disponibles para asegurar la alimentación humana, consumo animal, uso industrial, exportación y el aumento del empleo. La utilización adecuada del recurso agua con fines de riego tiene un impacto significativo en la economía del país. (Carrillo, 2000)

Se puede definir al riego agrícola como: La aplicación artificial de agua al perfil del suelo con el propósito de suplir la cantidad necesaria para que los cultivos produzcan en forma permanente. (Carrillo, 2000)

La aplicación debe ser en forma oportuna y uniforme al perfil del suelo para retener en éste el agua consumida por los cultivos entre dos riegos consecutivos. (Carrillo, 2000)

Las personas relacionadas con el riego deben saber la respuesta a las tres grandes preguntas siguientes:

¿Cuánto regar?, o sea la lámina, volumen o cantidad de agua a aplicar en cada riego.

¿Cuándo regar?, o sea con qué frecuencia se debe repetir riegos consecutivos y cuál es el criterio para determinar esa frecuencia.

¿Cómo regar?, ósea de qué forma aplicar el agua al suelo , lo que constituye el método de riego.

En Guatemala no se cuenta con información confiable sobre frecuencias de riego y cantidad de agua a aplicar por lo general cantidades excesivas a intervalos inadecuados, lo que ocasiona un desperdicio de este recurso y en consecuencia disminución del área potencialmente regable, reducción de la aireación del suelo, lavado de elementos nutritivos, mayor incidencia de enfermedades fungosas, disminución en el rendimiento y un mayor costo d producción. (Carrillo, 2000)

2.6.1.15. Consideraciones prácticas en la frecuencia de riego

Los métodos para decidir el momento oportuno de riego son más útiles en áreas donde el agua es escasa, de alto costo y donde cultivos de alta rentabilidad están siendo regados. En los cultivos con sistema radicular ya establecido, como los árboles frutales, es más fácil utilizar los instrumentos para determinar el déficit permitido de manejo o la tensión del agua en el suelo que en cultivos anuales con sistema radicular creciendo activamente.

Para un agricultor no es siempre posible regar en el momento preciso que su cultivo lo requiere. (AGROCABILDO)

En algunos proyectos el régimen de riego puede estar limitado por el sistema de entrega de agua al usuario, por ejemplo en el sistema de rotación el agua es entregada al agricultor cada determinado número de días, su cultivo puede aún no necesitar riego, pero si deja pasar su turno entonces puede llegar a necesitarla antes de que le llegue de nuevo el turno, lo cual podrá significar someter su cultivo a déficit de humedad perjudiciales a la a la producción. Por esta razón el agricultor prefiere aplicar el agua aunque exista desperdicio, sobre todo en sistemas de riego como lo estatales de Guatemala en los cuales no existe un cobro por el volumen de agua usado. Si el agua es distribuida por el sistema de entrega continua o flujo continuo en el cual u caudal pequeño de agua fluye

constantemente para cada agricultores, el agua debe aplicarse todo el tiempo para poder cubrir toda el área y así cubrir la demanda evaporativa aún cuando todavía no sea el momento oportuno de riego (AGROCABILDO).

El sistema de flujo continuo es usualmente ineficiente desperdiciándose mucha agua.

En muchos casos, alargar el intervalo de riego hasta el límite permitido por el cultivo, el sistema de riego usado y el sistema de entrega de agua a la finca constituyen un programa adecuado de riego, no sólo en términos de ahorro de agua, sino que también en el desarrollo de las raíces, reducción de enfermedades y de pérdida de fertilizantes solubles.

2.6.1.16. Riego de la papa

Las papas responden al riego aumentando la cosecha y el tamaño de los tubérculos. En el momento de la plantación el suelo tiene que tener humedad suficiente para que la papa brote bien. Si el suelo está seco la brotación se retrasará y será regular. Las necesidades de agua se incrementan al mismo que el desarrollo de las hojas.(AGROCABILDO)

El período más delicado y en el que no debe faltar agua comienza con el inicio de la tuberización, cuando empieza la formación de las futuras papas. A partir de aquí el suelo debe de mantenerse en muy buenas condiciones hasta la aparición de las primeras hojas amarillas, momento a partir del cual finaliza el crecimiento de los tubérculos.(AGROCABILDO)

La mayor parte de las raíces de la papa se encuentran hasta la profundidad que llega el arado, por eso son preferibles los riegos cortos y frecuentes.(AGROCABILDO)

2.6.1.17. Necesidades de riego

Las necesidades de riego varían con las condiciones climáticas: son mayores cuando hay más horas de sol, más viento y con tiempo seco. (AGROCABILDO)

También dependen del estado del cultivo: se incrementan al mismo ritmo que el desarrollo de las hojas, siendo las máximas necesidades en la época de plena floración. (AGROCABILDO)

Valores normales de necesidades de riego para cultivos en pleno desarrollo (desde que el cultivo cubre el terreno a amarilleando las primeras hojas) están entre 2,5 y 3,5 litros por metro cuadrado y día (2,5 a 3,5 l/m².día o 2,5 a 3,5 mm/día). Con tiempo fresco estas necesidades pueden bajar hasta 1 l/m².día y con tiempo con vientos calientes pueden subir hasta 4l/m².día. (AGROCABILDO)

2.6.1.18. Principios de las técnicas de cultivo sin tierra (Hidroponía)

Todos los métodos o sistemas hidropónicos se rigen por los mismos principios básicos. Pero su metodología es susceptible de experimentar cambios. (Maruland, 1992)

Actualmente hay varios métodos de uso común, aunque todos, todos invariablemente, se basan en unos mismos fundamentos: utilizar elementos minerales para elaborar una solución acuosa que alimente a las plantas. (Maruland, 1992)

De todos modos, habrá que aclarar que no hay un sistema mejor que otro. La mayoría son adaptables a los conocimientos y recursos. (Maruland, 1992)

Esta tecnología consiste, en general, en colocar el sistema radicular de las plantas en un medio nutriente, líquido o vaporizado, o en un sustrato relativamente inerte (grava, arena, aserrín, gránulos o espuma de plástico) alimentado con solución, nutritiva que contenga, en una determinada concentración, los macro elementos y los micro elementos necesarios para la nutrición. (Maruland, 1992)

En función de las características del sustrato, los métodos de cultivo en hidroponía pueden sintetizarse en dos grupos: sin sustrato, esto es un puro líquido; o con un sustrato que a su vez puede ser de origen vegetal, o de origen mineral o plástico. (Maruland, 1992)

2.6.1.19. Ventajas de la hidroponía

La hidroponía presenta gran número de ventajas tanto en lo técnico como en lo económico, con respecto a otros sistemas del mismo género, pero bajo cultivo en suelo; presenta las siguientes ventajas; (Maruland, 1981)

A. Promueve el balance de aire, agua y nutrientes

Con algunas excepciones al utilizar un sistema de cultivo en suelos, es sumamente difícil abastecer las raíces simultáneamente con las cantidades de agua, aire y nutrientes que requieren (Escalante, 1981). Cuando el suelo se satura el agua se encuentra disponible para las raíces en grandes cantidades pero el oxígeno del suelo tiende a ser limitante; a medida que el suelo va perdiendo agua, la cantidad de oxígeno disponible va en aumento. Después de pasar un intervalo en el que las proporciones de agua y oxígeno son adecuadas, el agua tenderá a ser un factor limitante para el desarrollo de las plantas. (Escalante, 1981)

Los nutrimentos se proporcionan al cultivo hidropónico junto con el agua listos para ser asimilados en forma de solución balanceada y con la presión osmótica adecuada. Las inconsistencias en la fertilización y las pérdidas de fertilizantes en el suelo desaparecen con un cultivo hidropónico. (Escalante, 1981)

B. Permite una humedad uniforme

Bajo un sistema hidropónico la humedad del sustrato puede ser siempre uniforme y contralada. En el suelo, la falta de humedad o su exceso, constituyen causas frecuentes de pérdidas en el rendimiento o en calidad. (Escalante, 1981)

C. Permite un excelente drenaje

Esta característica, sumada a que los materiales usados como sustrato generalmente no se desintegran o parten muy fácilmente, da como resultado una buena aireación para las raíces. (Escalante, 1981)

D. No se depende tanto de los fenómenos meteorológicos

Normalmente los cultivos en hidroponía se protegen contra los vientos fuertes, las granizadas, las altas y bajas temperaturas, sequías, entre otros. (Escalante, 1981)

E. Permite obtener productos de calidad

El eficiente control sobre nutrición, aireación y otros permite que los productos del sistema hidropónico sean más uniformes en tamaño, peso, color etc. Y de más alta calidad en el comercio, que los productos del cultivo en suelo. (Escalante, 1981)

F. Permite utilización de espacios pequeños con rendimientos altos

Se requiere menor cantidad de área para trabajar en hidroponía lo que representa una ventaja desde el punto de vista económico y ecológico.

G. Permite gran ahorro en el consumo de agua

En hidroponía, generalmente se circula el agua y se riega por métodos de sub-irrigación en lechos impermeables. De esta manera casi todo el gasto de agua es debido a la transpiración. Se requiere mucho menos agua para lograr iguales rendimientos. Se considera que se gasta aproximadamente 20 veces menos agua con un sistema hidropónico. (Escalante, 1981)

H. Posibilidad de una automatización casi completa:

En hidroponía muchas de las labores como riego y luz artificial pueden automatizarse. (Escalante, 1981)

I. Proporciona excelentes condiciones para elaboración de semilleros:

En la germinación, las condiciones adecuadas para que germine la semilla en un porcentaje alto, en el trasplante las plantas se colocan en sustratos casi similares y como revitalizador de plantas débiles creciendo en el suelo. (Escalante, 1981)

J. Mayor limpieza e higiene:

Mediante el cultivo hidropónico se elimina el riesgo de contraer enfermedades infecciosas, que como la disentería tiene su origen en el consumo de vegetales cuyo suelo ha sido enriquecido con aguas negras o excrementos animales; lo cual permite alcanzar precios más altos en el mercado. (Escalante, 1981)

K. Posibilidad de utilizar materiales nativos o de desecho:

Es una ventaja de tipo económico realizar la construcción con materiales de desecho y utilizar como sustrato materiales abundantes y baratos en cada localidad en la que se desee establecer el cultivo hidropónico. (Escalante, 1981)

L. Posibilidad de mano de obra no calificada

Debido a lo intensivo del cultivo hidropónico y aunque hay labores que se pueda automatizar, para una misma superficie se requiere mas gente en el sistema hidropónico que en un sistema de cultivo en el suelo , esta posibilidad tiene gran importancia económica en países en los que la desocupación representa un problema grave. (Escalante, 1981)

M. La recuperación de la inversión se realiza en corto tiempo:

Esto se da porque generalmente los cultivos más adaptados a este sistema de producción son de ciclo corto y al utilizar esta técnica se reduce aun más el ciclo de producción, logrando sacar varias cosechas al año; lo que depende sin embargo, del cultivo y del tipo de sistema empleado. (Escalante, 1981)

2.6.1.20. Hakaphos Rojo 18-18-18

Contenido de nutrientes

- 18% Nitrógeno (N) total
- 9,9% nitrógeno nítrico (NO₃)
- 8,1% nitrógeno amoniacal (NH₄)
- 18% Anhídrido fosfórico (P₂O₅) soluble en Citrato Amónico neutro y agua
- 18% Anhídrido fosfórico soluble en agua
- 18% Óxido Potásico (K₂O) soluble en agua
- 1% Óxido de Magnesio (MgO) soluble en agua
- 2% Anhídrido sulfúrico (SO₃) soluble en agua
- 0,01% Boro (B) soluble en agua
- 0,02% Cobre (Cu) soluble en agua, quelatado por EDTA
- 0,05% Hierro (Fe) soluble en agua, quelatado por EDTA
- 0,05% Manganeso (Mn) soluble en agua, quelatado por EDTA
- 0,001% Molibdeno (Mo) soluble en agua
- 0,02% Zinc (Zn) soluble en agua, quelatado por EDTA

Presentación

En sacos de 25 kg y bolsas de 900 gramos

a) Recomendaciones de abonado

Fórmula recomendada para la floración y el crecimiento equilibrado del cultivo.

b) Forma de aplicación

Disolver en el tanque de fertilización a razón de 25 kg. de abono por 150 litros de agua y, agitar durante 15-20 minutos. Aplicar en fertirrigación hasta una concentración máxima entre 1 y 3 gr. de abono por litro de agua según cultivos y salinidad del agua utilizada.

2.6.2 .Marco Referencial**2.6.2.1. Localización**

Los campos del Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, están situados al sur de la capital de Guatemala y de la Ciudad Universitaria zona 12 y según el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) se localiza geográficamente en las coordenadas 14° 35' 11'' latitud Norte y 90° 35' 58'' longitud Oeste, y a una altitud media de 1,502 msnm (Cordón, 1991).

2.6.2.2. Clima y zona de vida

Según el mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento de la República de Guatemala, a escala 1:600,000 publicado por el Instituto Nacional Forestal, la Ciudad de Guatemala se encuentra dentro de la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical Templado (Bh – st). (Cordón, 1991).

Las condiciones climáticas registradas por el INSIVUMEH para el área de estudios son las siguientes:

- Precipitación media anual: 1216.2 mm
- Temperatura media anual: 18.3 °C
- Humedad relativa (media) : 79 %
- Insolación promedio: 6.65 horas/día radiación: 0.33 cal/cm²/min.

2.6.2.3. Superficie

Los campos del CEDA, según Cordón, Corado y Pérez, cubren una superficie de 22.38 ha. (Simmons, Tarano y Pinto, 1959)

2.6.2.4. Geología y geomorfología

El origen del valle de Guatemala según el estudio de aguas subterráneas, realizado por el INSIVUMEH, ocurrió durante el terciario como resultado de la elevación relativa de los bordes oriental y occidental de la cuenca y el consiguiente hundimiento de la parte central. Posteriormente durante el cuaternario, erupciones volcánicas intermitentes de pómez y cenizas cubrieron la topografía preexistente con una amplia gama de material suelto, de composición mineralógica bastante regular y de granulometría y clasificación variada. Esta actividad volcánica acompañada de periodos de meteorización y sedimentación, durante los cuales los materiales procedentes de los bordes se depositaron en la cuenca, dando origen a la formación de valles aluviales, terrazas y por efecto de erosión del agua y otros factores del medio externo, a la formación de barrancos y taludes. (Cordón, 1991)

El valle de Guatemala se puede definir como un recipiente de forma alargada constituido por dos cuencas hidrográficas drenadas hacia el norte y el sur, cuyo límite constituye localmente la divisoria continental de las aguas superficiales, de orientación NO – SW. Constituye una parte del altiplano de Guatemala, formado al norte de una cadena de conos volcánicos cuaternarios, un terreno de relieve moderado. (Cordón, 1991)

A ambos lados de la divisoria continental los ríos han cortado cañones profundos en la planicie del valle de Guatemala, que esta constituido por cenizas y tobas volcánicas. En

estas rocas poco resistentes a la erosión mecánica fluvial, se han formado cañones con paredes casi verticales de hasta 140 metros de altura (Cordón 1991).

2.6.2.5. Suelos

Según el mapa mundial de suelos de la FAO/UNESCO citado en el perfil ambiental de Guatemala, los suelos del área de estudio están clasificados dentro de los Cambisoles. (Simmons, Tarano y Pinto, 1959)

Según Simmons, Taráno y Pinto, “Son suelos de la serie Guatemala, que se caracterizan por ser originados de ceniza volcánica pomácea de color claro, que presentan un relieve casi plano y un buen drenaje interno; su suelo superficial es de color café muy oscuro, franco arcilloso, friable, de 30 a 50 cm de espesor; su suelo sub-superficial es de color café amarillento a café rojizo, franco arcilloso friable, de 50 a 60 cm de espesor. El declive dominante es de 0 – 2 %, el drenaje a trabes del suelo es lento, la capacidad de abastecimiento de humedad es muy alta, el peligro de erosión es bajo, la fertilidad natural es alta y el problema especial que presenta en el manejo del suelo es el mantenimiento de la materia orgánica. (Simmons, Tarano y Pinto, 1959)

2.7. Metodología y recursos

2.7.1. Metodología

2.7.1.1. Obtención del material Experimental

Gestión y obtención del material vegetal a evaluar con el sistema hidropónico, este material se obtuvo con la colaboración del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), con sede en el municipio de Olintepeque, Quetzaltenango.

A. Preparación del sustrato

En el ICTA del Departamento de Chimaltenango, se utiliza como sustrato para la hidroponía roca volcánica, sin embargo por la dificultad para obtener este material y el proceso de desinfección en esta investigación se utilizó el sustrato comercial conocido como BM2, que es tipo Peat-most, este tipo de sustratos se adquieren con el objetivo de que este material se encuentre libre de cualquier patógeno para la planta, a pesar de esto se realizó una desinfección previa a la siembra del material vegetal.

El sustrato en el que se espera el desarrollo de los mini tubérculos se preparó de la siguiente manera:

- a. Se colocó el sustrato sobre un plástico y se realizó una mezcla utilizando la relación 2:1 de arena y BM2 respectivamente, luego se desinfectó utilizando producto que contenían como ingrediente activo Captan, para eliminar posibles inóculos de hongos y/o bacterias, este proceso se repitió alrededor de 3 veces, posteriormente a esta práctica se agregaron cantidades abundantes de agua limpia, por lo menos cuatro veces seguidas, para evitar que los productos utilizados como desinfectantes pudiesen afectar a las plántulas.
- b. La arena blanca (granza) de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{8}$ de pulgada, se colocó sobre plástico y se aplicó agua en abundancia hasta que se extrajo la mayor parte de contaminación

superficial como suelo e impurezas, el agua con la que se llevo a cabo el lavado corría de un color cristalino por completo, tomando ese color como parámetro para suspender la aplicación. Para poder practicar de forma adecuada la hidroponía se debe de disponer de un sustrato inerte, confiando a plenitud en la aplicación de la solución que se utiliza durante el fertirriego (Bautista, 2000)



Figura 16. Maceta con la mezcla se sustrato Arena y BM2 en relación 2:1 para la producción de mini tubérculos,(2008).

Foto: Camel Franco J. M.

2.7.1.2. Elaboración de la solución nutritiva

Durante las visitas al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) ubicado en el departamento de Quetzaltenango, se logró determinar que para poder enfocar la investigación con fines de producción masiva de semilla más adelante, era una opción factible en cuanto a precio y disponibilidad no elaborar una solución nutritiva específica, si no utilizar un fertilizante hidrosoluble de naturaleza comercial como lo es el AKAPHOS rojo , cuya fórmula es 18-18-18., esta consulta se realizó con el ingeniero agrónomo Guillermo Chávez, quien es el encargado de la multiplicación y comercialización de semilla de papa var. Loman, dentro de la mencionada institución.

Se aplicaron 1.8 g de fertilizante por litro de solución, por lo que la cantidad total utilizada fue de 900 g, siendo esta una de las presentaciones más comunes de dicho fertilizante en los distintos agro-servicios alrededor del país.

El tanque de almacenamiento utilizado cuenta con una capacidad de 500 litros, este fue modificado para poder utilizarlo con un sistema de fertirriego.

2.7.1.3. Descripción del sistema de fertirriego

Para el establecimiento del sistema hidropónico de fertirriego se utilizó un depósito cuya capacidad era de 500 litros, dentro del cual se agregó la solución del fertilizante hidrosoluble AKAPHOS rojo.

El depósito se colocó aproximadamente a dos metros de altura, desde donde se encontraban establecidas las macetas con el material vegetal, esto con el objetivo de que la diferencia de nivel facilitara el riego.

Se colocó una llave de paso en la salida del tanque, además de realizarse ciertos acoples con una tubería que se encontraba por encima del mismo para poder contar con una fuente de agua y poder utilizarla para realizar su aplicación en algunos de los tratamientos.

Se adquirió con la empresa RIMOGUA algunas de las partes necesarias para habilitar un pequeño sistema de riego que se encontraba en los invernaderos del Centro Experimental Docente de Agronomía. Estas partes fueron las siguientes: nueve manifolds de cuatro salidas para insertarlos en las mangueras, algunos metros de tubín (para colocar un sistema de riego tipo espagueti), cincuenta spikes ó espigas que se colocaron dentro de las macetas para que el riego fuera directo.

Posteriormente a tener establecido este sistema dentro del invernadero se realizó la siembra del material vegetal donado por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA)



Figura 17. Tanque de solución nutritiva, (2008) Figura 18. Sistema de Fertirriego establecido en los campos del CEDA, (2008)

Foto: Camel Franco J. M.

Para poder controlar qué tratamientos se regaban cada día, se identificaron las macetas con distintos colores, por ejemplo: las macetas con color anaranjado se regaban tres veces a la semana, mientras que las de color azul una vez por semana. Cuando en alguno de los tratamientos no se debía de aplicar el fertirriego este se bloqueaba, sujetando el tubín con una banda elástica para evitar el paso de agua con fertilizante.

2.7.1.4. Tratamientos

- a. Se utilizaron 4 frecuencias de riego, las cuales fueron sugeridas por el Ing. Chávez quien es el encargado de las investigaciones sobre la producción de mini-tubérculos con calidad fitosanitaria del ICTA de Quetzaltenango, debido a que previo al establecimiento de una producción se semilla de papa pre-básica, esta debe de ser una de las primeras pruebas. El objetivo es poder obtener una frecuencia de riego adecuada para el clima de la ciudad de Guatemala.
- b. Se realizaron 3 repeticiones por cada tratamiento, y cada repetición estaba conformada por 3 macetas, lo que ofrece un total de 9 macetas en las cuales se aplicó un mismo tratamiento.

- c. El tratamiento uno (T1) se regó con fertilizante una sola vez por semana, y los otros días con agua del estanque del CEDA.
- d. El tratamiento dos (T2) se regó dos días a la semana con fertilizante y el resto de los días con agua.
- e. El tratamiento tres (T3) se regó tres días a la semana con fertilizante y dos días con agua.
- f. Por último el tratamiento cuatro (T4) se regó todos los días con fertilizante, y una vez cada quince días con agua del estanque del CEDA.
- g. Para los tratamientos uno, dos y tres (T1, T2 y T3) los días en los que no se aplicó el fertirriego se realizaba la aplicación de agua, con el objetivo de no afectar la evaluación a través de la evapotranspiración de las plantas uniformizando así la cantidad de líquido que se aplicaba para cada maceta durante la semana.

2.7.1.5. Descripción del manejo agronómico del cultivo durante la fase de campo/invernadero.

Se debe de tener especial cuidado al establecer ensayos para evaluar la producción de semillas de tipo pre-básica o para la reproducción masiva de mini tubérculos con calidad fitosanitaria. En cuanto al área utilizada para la siembra del material, ésta debe de llevarse a cabo en campos en donde se hayan realizado análisis fitopatológicos que garanticen que los suelos se encuentren libres de virus, bacterias y demás patógenos que puedan provocar enfermedades.

Es recomendable además que la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) para semilla pre-básica se haga en áreas que no presenten hospederos de plagas de tipo secundarios o primarios que puedan actuar como focos de infección, además se debe de evitar establecer plantaciones de cultivos que pertenezcan a la misma familia de la papa (*Solanum tuberosum* L.).

1. La siembra se realizó en macetas de tres litros, las que previamente se llenaron con la mezcla de arena y peatmost (BM2), con la relación de 2:1 respectivamente.
2. El sistema de riego ya se había instalado y la solución se encontraba ya preparada para realizar el primer riego.
3. Para evitar acumulación de sales en el sustrato cada dos semanas todos los tratamientos fueron regados con agua, durante un período dos horas, esto varía en funciones de las condiciones climáticas.
4. La investigación duró alrededor de 58 días, la siembra se realizó el 14 de noviembre del 2008, cosechando el 12 de enero del 2009.
5. Las plantas no presentaron un desarrollo vegetativo exuberante, sin embargo presentaban un color verde oscuro, en la mayoría de los tratamientos se encontraron entre 15 y 20 mini tubérculos.

2.7.1.6. Diseño experimental

El diseño experimental con el que se llevó a cabo la investigación es Completamente al azar, ya que el establecimiento se realizó dentro de las instalaciones de un invernadero, infraestructura que pertenece a la Facultad de Agronomía, por lo que no se presenta ninguna fuente de variación externa.

Este diseño consiste en la asignación de los tratamientos en forma completamente aleatoria a las unidades experimentales

2.7.1.7. Aleatorización

La aleatorización puede hacerse de diferentes formas, con tarjetas eligiendo al azar, mezclándolas y luego pueden introducirse en una urna para hacerlo homogéneo o bien utilizando la calculadora.

Para poder llevar a cabo la aleatorización de ésta investigación se realizaron tres grupos de tarjetas las cuales contaban con las siguientes identificaciones: Grupo 1: R1T1, R1T2,

R1T3, R1T4, grupo 2: R2T1, R2T2, R2T3, R2T4, grupo 3: R3T1, R3T2, R3T3, R3T4, cada grupo se repitió tres veces, obteniendo así un total de treinta y seis macetas correspondientes a la investigación.

Posteriormente los tratamientos y las repeticiones identificados en las tarjetas se colocaron en una caja de cartón de la cual se extrajeron uno a uno, siendo este el sistema para determinar el lugar que correspondía a cada unidad experimental sobre el área de trabajo, para facilitar la identificación durante el tiempo de fertiriego cada tratamiento se diferencio con un color, por lo que sobre las mesas de trabajo se contaban con cuatro colores.

A Modelo estadístico asociado al diseño Completamente al azar. (GARCIA, SANTIZO 2003)

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad i = 1, 2, 3, \dots, t \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

μ = Media general

τ_i = Efecto del tratamiento i.

ε_{ij} = Error aleatorio, donde $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

Análisis de la Varianza para el modelo $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$

Ho: $\tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_t$

Ha: al menos un efecto de un tratamiento es diferente de los demás.

Fuentes de Variación (F.V.)	Grados de Libertad (G.L.)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Cuadrados Medios (C.M.)	F₀
Tratamientos	t-1	$\sum_{i=1}^t n_i (\bar{Y}_i - \bar{Y}_{..})^2$	$\frac{S.C.TRAT.}{t-1}$	$\frac{C.M.TRAT}{C.M.ERROR}$
Error	$\sum_{i=1}^t n_i - t$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2$	$\frac{S.C.ERROR}{\sum_{i=1}^t n_i - t} = \sigma^2$	
Total	$\sum_{i=1}^t n_i - 1$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})^2$		

Fuente. García, Santizo, 2003

2.7.1.8. Toma de datos

Para la producción de semilla de papa con calidad fitosanitaria una de las variables de mayor importancia es el número de mini tubérculos que se logran obtener por maceta para el caso de esta investigación, lo que en el campo corresponde al rendimiento.

La medición de las variables respuesta se llevó a cabo 58 días después de la siembra, para contar con un parámetro de medición en base al desarrollo de mini tubérculos se establecieron ocho macetas extras, haciendo monitoreos cada mes después de la siembra para verificar el buen desarrollo de las plantas. De esta manera se logró establecer la fecha de cosecha.

Como resultado al realizar la toma de datos, de los cuatro tratamientos evaluados el promedio oscila entre 19 y 25 mini tubérculos, estos datos conciernen a los cuatro tratamientos. Como se puede observar en la siguiente figura la semilla de papa obtenida es de diferente tamaño, por lo que antes de una comercialización se le debe de aplicar un proceso de clasificación al material vegetal producido.

- a. Peso de los mini tubérculos: Para poder determinar el peso para cada uno de los mini tubérculos, se utilizó una balanza mono plato, semi-analítica. El peso de los tubérculos se encuentra muy relacionado con el número de los mismos, a mayor número de tubérculos menor peso por unidad, por ejemplo los tratamientos con 25 tubérculos, presentan un peso unitario de 4.3 g.



Figura 19. Medición de la variable respuesta peso de los mini tubérculos producidos bajo un sistema hidropónico, (2009).

Foto: Camel Franco J.M.

- b. El número de los mini tubérculos evaluados en cada uno de los tratamientos varió, en el momento en el que se realizó la cosecha se llevó a cabo un conteo en el cual se logró establecer el número por maceta

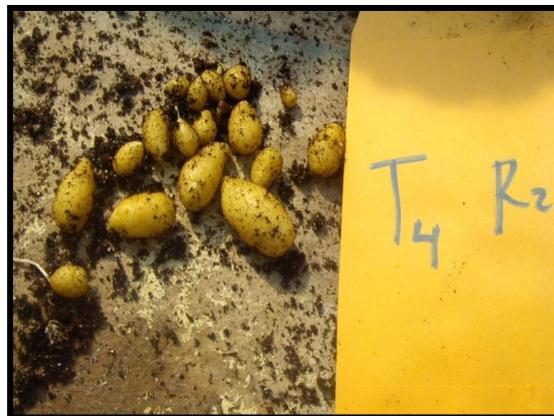


Figura 20. Cosecha de mini tubérculo con calidad fitosanitaria, realizada el día 12 de enero del 2009, con la aplicación del tratamiento 4 repetición 1.

Foto: Camel Franco J.M.



Figura 21. Mini tubérculos producidos bajo un sistema hidropónico en el CEDA, tratamiento 4, repetición 1 (T4R1), (2009).

Foto: Camel Franco J.M.

- c. Tamaño de mini tubérculos: El tamaño de cada uno de los mini tubérculos producidos en invernadero se determinó haciendo uso de un Pie de Rey o Vernier. El tamaño de los mini tubérculos se determinó en las dimensionales de centímetros de diámetro, realizando un promedio de esta variable de todos los tubérculos que se encontraron en las macetas. Para brindar una noción en cuanto a la variabilidad en el tamaño, se midieron mini tubérculos que iban dese 0.6 cm de diámetro, hasta un tamaño de 3 cm de diámetro.



Figura 22. Medición del diámetro de la variable diámetro de los mini tubérculos del Tratamiento 4 Repetición 1 (T4R1), producidos bajo un sistema hidropónico, dentro de la Facultad de Agronomía USAC, (2009).

Foto: Camel Franco J.M.

2.8. Resultados y discusión

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de cuatro frecuencias de fertirriego en hidropónia, para la reproducción de mini tubérculos de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad Loman, para producción de semilla pre-básica con calidad fitosanitaria realizada durante el periodo mayo del 2008 a enero del 2009.

Los valores que se recogen en la tabla 1, corresponden a los valores obtenidos para las tres variables evaluadas durante la investigación, correspondientes al: peso en gramos de los mini tubérculos, número de mini tubérculos y diámetro de mini tubérculos.

Los tratamientos que presentaron los mejores resultados son: el tratamiento cuatro (T4) al cual se le aplicó fertirriego todos los días, y el tratamiento tres que corresponde a la frecuencia de fertirriego tres veces por semana.

Cuadro 8. Variables respuesta evaluadas en la investigación, cuatro diferentes frecuencias de fertirriego en hidroponía, para la multiplicación de mini tubérculos de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad Loman, para producción de semilla pre-básica con calidad fitosanitaria

Tratamientos	Peso en Gramos (g)	Número de mini tubérculos por maceta	Diámetro de tubérculo (centímetros)
T1R1	72,27	20	2,85
T1R1	105,18	18	2,85
T1R1	141,75	29	1,6
Promedio	106,4	22,3	1,85
T1R2	89,26	29	1,7
T1R2	96,41	20	2,2
T1R2	109,92	13	1,8
Promedio	98,53	31	2,45
T1R3	86,47	29,00	1,55
T1R3	80,58	15	1,1
T1R3	85,68	24	1,85
Promedio	84,24	22,67	1,9

Continuación cuadro 8

T2R1	49,94	10	2,32
T2R1	92,66	25	2,6
T2R1	33,01	10	2,9
Promedio	58,537	15	2,2
T2R2	44,86	15	2,32
T2R2	115,54	27	0,6
T2R2	78,51	29	0,85
Promedio	79,64	23,67	2,1
T2R3	73,53	12	1,85
T2R3	71,42	22	1,3
T2R3	100,15	20	0,85
Promedio	81,70	18,00	1,85
T3R1	115,14	41	1,3
T3R1	83,53	13	1,5
T3R1	91,89	16	1,5
Promedio	96,85	23,3	1,9
T3R2	90,05	23	1,95
T3R2	105,2	26	1,9
T3R2	135,22	24	2,3
Promedio	110,16	24,3	1,05
T3R3	133,6	32	2,6
T3R3	112,48	26	1,6
T3R3	104,24	27	2
Promedio	116,77	28,3	2,85
T4R1	139,41	23	1,7
T4R1	83,13	19	1,1
T4R1	104,76	27	1
Promedio	109,10	23,0	2,85
T4R2	99,53	18	2,4
T4R2	138,37	21	2,6
T4R2	94,83	14	2,1
Promedio	110,91	17,7	2,1
T4R3	83,84	13	1,6
T4R3	102,74	21	2,1
T4R3	118,61	21	1,65
Promedio	101,73	18,3	1,8975

Fuente: Camel Franco J.M.

La revisión de literatura nos permite obtener una visión de cómo se encuentra actualmente la producción de semilla de papa con calidad. En Guatemala la única institución que comercializa material vegetal para la producción de papa es el ICTA de Olinstepeque, Quetzaltenango y en algunas áreas del departamento de Huehuetenango. Sin embargo en muchos otros países este tipo de investigaciones se ha realizado desde hace algún tiempo. (ICTA 2000)

El material que se siembra para la multiplicación en campo puede provenir de diferentes destinos:

1. La semilla de papa puede ser sexual, obtenida directamente de los agricultores corroborando de manera previa que los campos de cultivo no presente patógenos difíciles de erradicar o bien cuarentenados por algunos países.
2. El material vegetal proviene del laboratorio de cultivo *in vitro* en donde se realiza previamente la limpieza del material aplicando una variedad de pruebas, posteriormente éste se traslada a umbráculos para la aclimatación, el siguiente paso corresponde a la multiplicación en sustratos de diferentes tipos para observar su desarrollo.

La cosecha del material vegetal se realizó el día lunes 12 de Enero del 2,009, posteriormente se dio inicio a la medición de las distintas variables a evaluar para poder realizar un análisis estadístico, éste se llevó a cabo haciendo uso del programa Infostat. Los resultados obtenidos son los siguientes.

2.8.1 Análisis estadísticos aplicados a la investigación

2.8.1.1 Análisis de la varianza aplicado a la Variable Peso en gramos de todo el Tratamiento

-Variable Peso

Cuadro 9 Análisis de la varianza aplicado a la variable respuesta peso de los mini tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.)

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Módulo	2352.88	3	784.29	7.52	0.0103
Tratamiento	2352.88	3	784.29	7.52	0.0103
Error	834.19				
Total	<u>3187.07</u>				

Fuente: Camel Franco J.M.

Según el análisis de varianza aplicado a la variable peso en gramos de los mini tubérculos obtenidos durante la investigación la f calculada es mayor que la f tabulada, además ésta es mayor que el error, por lo que existen diferencias significativas entre los tratamientos. Por esta razón se aplicó una prueba múltiple de medias, utilizando tukey por su confiabilidad, los resultados se presentan a continuación:

Cuadro 10. Análisis comparativo de medias, utilizando la prueba de tukey para establecer si existen diferencias significativas entre los tratamientos, para la variable respuesta peso de los mini tubérculos

Tratamiento	Medias	n	
T3	107.93	3	A
T4	107.25	3	A
T1	96.39	3	A B
T2	73.29	3	B

Fuente: Camel Franco J.M.

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

La papa es un cultivo susceptible a la humedad, ya que si en las fases críticas de requerimientos estos no son compensados el rendimiento disminuye, mientras que si lo que ocurre es una aplicación excesiva de agua se pueden ocasionar enfermedades de tipo fungoso.

Como respuesta a la variable peso de los mini tubérculos para la producción de semilla de papa se encuentran: los tratamientos T3 y T4 la diferencia entre estos es de únicamente 0.68 gramos siendo superior el tratamiento tres que consiste en la aplicación de fertirriego tres veces por semana, seguidamente se encuentran los tratamientos T1 y T2 .

Los tratamientos mencionados anteriormente como representantes del mayor peso son los que durante la investigación tuvieron una mayor frecuencia en aplicación de fertirriego, tomando en cuenta que el costo de los fertilizantes hidrosolubles es relativamente alto, se podría considerar como una opción más rentable la aplicación del tratamiento tres en una producción comercial.

2.8.1.2 Análisis de varianza aplicado a la variable Número de mini tubérculos obtenidos en los cuatro tratamientos

Variable NT

Cuadro 11. Análisis de la varianza aplicado a la variable respuesta número de mini tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.)

FV	SC	GI	CM	F	P valor
Modelo	110.83	3	36.94	2.51	0.1328
Tratamiento	110.83	3	36.94	2.51	0.1328
Error	117.88	8	14.74		
Total	228.71	11			

Fuente: Camel Franco J.M.

Para la variable respuesta que corresponde al número de mini tubérculos producidos en los distintos tratamientos, la “f” calculada por el programa de infostat es mayor que la “f”

tabulada por lo que no existen diferencias significativas dentro del número de mini tubérculos que se obtuvieron en todos los tratamientos.

El programa de análisis estadístico incluye una prueba múltiple de medias, con ésta se logra corroborar que no existen diferencias significativas, ya que todos los tratamientos han sido clasificados con el mismo tipo de literal(A).

Cuadro 12. Resultado análisis comparativo de medias, utilizando la prueba de tukey para establecer si existen diferencias significativas entre los tratamientos, para la variable respuesta número de mini tubérculos

Tratamiento	Medias	n
T1	25.33	3 A
T3	25.33	3 A
T4	19.67	3 A
T2	18.89	3 A

Fuente: Camel Franco J.M.

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

Al aplicar esta prueba puede observarse que todos los tratamientos ofrecen la misma literal, es decir que para el número de mini tubérculos producidos en un sistema hidropónico de fertirriego, no es significativo si el riego se realizó una vez por semana con fertilizante o todos los días. Esto es de suma importancia ya que el costo de los fertilizantes hidrosolubles es elevado, por lo que el gasto del mismo se reduce al utilizar cualquiera de las otras opciones diferentes al Tratamiento cuatro.

El tratamiento tres y el tratamiento uno presentan el mismo dato en la media de la prueba de tukey, tomando en cuenta el análisis estadístico de la variable anterior puede considerarse que el tratamiento tres vuelve a encabezar la lista , como posible opción para establecer una frecuencia de fertirriego.

2.8.1.3 Análisis de varianza aplicado a la variable diámetros de los mini tubérculos obtenidos en los cuatro tratamientos

Variable DIAM

Cuadro 13. Resultado del análisis de la Varianza aplicado a la variable respuesta diámetro de los mini tubérculos

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GI</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	0.96	3	0.32	2.20	0.1657
Tratamiento	0.96	3	0.32	2.20	0.1657
Error	1.16	8	0.15		
Total	2.12	11			

Fuente: Camel Franco J.M.

Para la variable respuesta de diámetro de los mini tubérculos al aplicar el análisis de varianza se determinó que: no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo menos para esta variable. Por lo que no es necesario aplicar una prueba múltiple de medias, sin embargo el programa lo proporciona.

Cuadro 14. Análisis comparativo de medias, utilizando la prueba de tukey para establecer si existen diferencias significativas entre los tratamientos, para la variable respuesta diámetro de los mini tubérculos

Tratamiento	Medias	n
T4	2.28	3 A
T1	2.07	3 A
T2	2.05	3 A
T3	1.52	3 A

Fuente: Camel Franco J.M.

-Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Como se puede observar la prueba de medias todos los tratamientos poseen la literal A, lo que indica que no existe una diferencia significativa dentro de los tratamientos.

Para la variable respuesta diámetro de mini tubérculos, el tratamiento cuatro es el que se encuentra con el dato mayor para dicha variable, y es el que ha sobre salido en los análisis estadísticos.

Las diferencias encontradas entre los tratamientos tres y cuatro desde el punto de vista estadístico no se consideran significativas, ya que ambos presentaron los mejores resultados para las variables evaluadas. Se puede encontrar la relación en cuanto al alto número de tubérculos y el peso, el tratamiento cuatro obtuvo un número de mini tubérculos y peso bastante altos.

Los tratamientos uno y dos fueron los que presentaron los resultados menos favorables, el tratamiento uno presentó un buen número mini tubérculos pero con un peso bastante menor, el cual se ve reflejado también en el diámetro de los mismo en comparación al los resultados reflejados en tratamientos tres y cuatro,

La calidad de la semilla de papa comenzó a exigirse durante los primeros años del siglo XIX, en los Estados Unidos, siendo los países desarrollados los pioneros en investigación sobre multiplicación de papa con calidad fitosanitaria, con el transcurrir de los años los países latinoamericanos han desarrollado técnicas para la propagación de este cultivo.

Algunos de los factores que afectan la calidad de la semilla de papa son las condiciones ambientales del área en donde se lleva a cabo la producción. El Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA) presenta un clima apto, ubicado a 1,500 metros sobre el nivel del mar.

La humedad con la que cuenta el suelo o de cualquier otro sustrato en donde se realiza la multiplicación de papa repercute en la producción de este cultivo. Las etapas de mayor exigencia de agua son la inicial en el momento de la germinación y posteriormente la tuberización que da inicio aproximadamente de veintiocho a treinta y dos días después de la siembra, en las condiciones del valle de Guatemala.

La principal importancia para la producción de semilla de papa certificada con calidad fitosanitaria radica en la amplia gama de patógenos que se alojan en el tubérculo, en la mayoría de los casos después de las cosechas los agricultores almacenan cierta cantidad de papa y esta es utilizada nuevamente como semilla sexual, si se encuentra contaminada los rendimientos esperados son menores, y en el caso de que se venda puede llegar a contaminar campos que no han presentado problemas de este tipo en cosechas.



Figura 23. Mini tubérculos obtenidos del tratamiento cuatro, se puede apreciar la variación en los diámetros que puede obtenerse en la producción, (2009).

Foto: Camel Franco J.M.

Según la resolución 2501, del 10 de septiembre del 2003 en el país de Colombia, por el Instituto Colombiano Agropecuario, se consideran aceptables para semillas diámetros que oscilan desde los 5 mm (0.5cm) que son considerados en la categoría de muy pequeños, hasta 40 mm (4 cm), perteneciendo estos a la categoría de muy grandes.(ABISAMBRA ,2003)

En el Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola (ICTA) toman viables los mini tubérculos desde diámetros de 0.5cms, además de ser indispensable que cada mini tubérculo presente por lo menos dos yemas (brotes) vigorosas antes de la siembra.

Al aplicar los análisis estadísticos a las variables respuestas evaluadas, se obtuvieron diferencias significativas únicamente en la que corresponde al peso en gramos obtenido para los mini tubérculos. En la figura 10. que se presenta a continuación se puede observar que los tratamientos tres (T3) y cuatro (T4) presentan los mejores resultados, en él primero de los tratamientos mencionados se realizó la aplicación de fertirriego tres de los cinco días hábiles de la semana, mientras que para el tratamiento cuatro la aplicación del fertirriego se realizó los cinco días ininterrumpidamente.

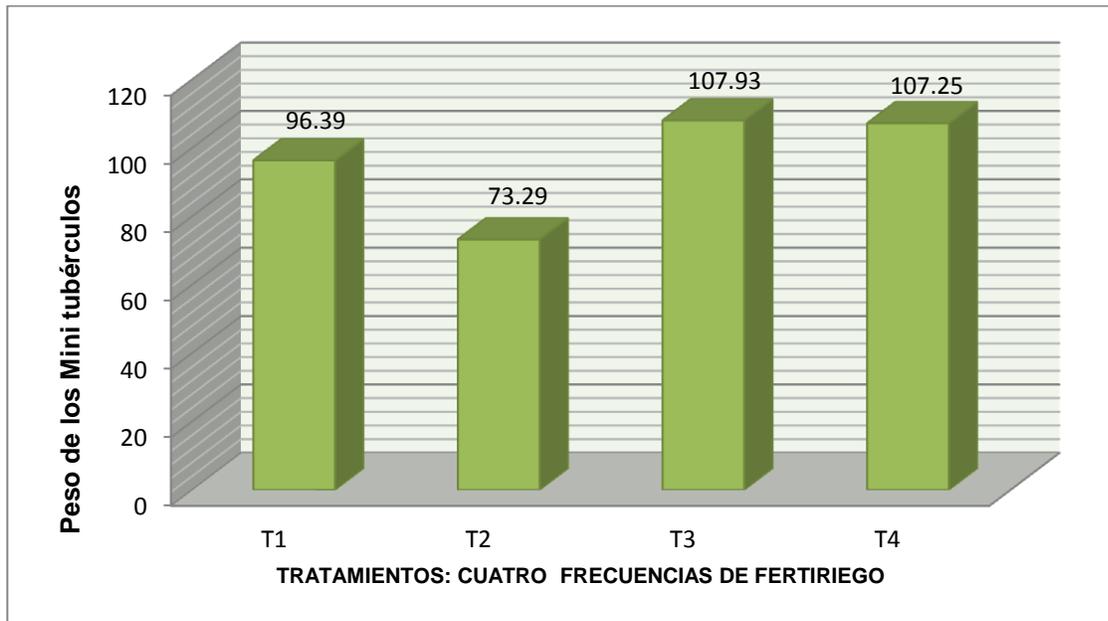


Figura 24. Promedio del peso en gramos, obtenido para los mini tubérculos aplicando cuatro frecuencias de fertirriego, (2009)

Fuente: Camel Franco J.M.

El volumen de fertilizante aplicada en cada tratamiento durante el periodo de evaluación vario, sin embargo la cantidad de agua fue la misma para todos.

Para el tratamiento cuatro (T4) como se puede observar en la tabla que esta a continuación, el gasto total de fertilizante hidrosoluble es de 18 litros por semana, y 72 litros respectivamente, durante el periodo que duro la investigación, lo que equivale a 133.2 gramos de fertilizante en cuatro semanas.

Para el tratamiento tres (T3), el volumen de fertilizante aplicado a través del sistema de fertirriego fue de 10.8 litros por semana, al final de la investigación se aplicaron 43.2 litros, utilizando 77.76 gramos de fertilizante hidrosoluble.

El tratamiento dos (T2) recibió la cantidad de 7.2 litros de solución nutritiva por semana, durante el periodo de tiempo que duro la investigación el volumen total aplicado fue de 28.8 litros, en los cuales se disolvieron 51.84 gramos de fertilizante hidrosoluble.

El volumen de solución aplicada por semana para el tratamiento uno (T1) fue de 3.6 litros por semana, utilizando un total de 14.4 litros durante las cuatro semanas, tiempo que duró la investigación, en el volumen mencionado se suministraron 25.96 gramos de fertilizante hidrosoluble.

Cuadro 15. Volumen de solución nutritiva y de agua aplicados a cada tratamiento durante la investigación.

Tratamiento	Vol. de solución nutritiva (lts) /Semana	Vol. de solución nutritiva (lts)/Total	Vol. de agua (lts) /Semana	Vol. de agua (lts)/Total	Gasto total de fertilizante en gramos(g)
T1	3.6	14.4	14.4	57.6	25.92
T2	7.2	28.8	10.8	43.2	51.84
T3	10.8	43.2	7.2	28.8	77.76
T4	18	72	0	0	129.6

Fuente: Camel Franco J.M.

El tiempo de riego establecido es de dos horas y media; para fines prácticos de aplicación para esta evaluación se tomó como parámetro la saturación del sustrato, en el momento en que uniformemente las diferentes unidades experimentales goteaban se suspendía la aplicación del riego.

El método utilizado para la propagación de mini tubérculos con calidad fitosanitaria dentro de los campos del CEDA dio buenos resultados, según la evaluación la mejor frecuencia

de fertirriego en las condiciones del valle de Guatemala, es de tres veces por semana, dejando un día entre cada riego.

Sin embargo, estos resultados se obtuvieron después de haber montado por segunda vez la investigación. Según el -ICTA- la papa es un cultivo que necesita temperaturas promedio optimas que oscilen entre los 15°-18°C Celsius, para la siembra se recomienda contar con una temperatura de 20° C, el área en donde se realice la siembra de este cultivo no debe de alcanzar temperaturas mayores a los 28 °C. (13)

La investigación fue establecida inicialmente durante el mes de mayo del 2008, y la cosecha se realizó durante el mes de julio del mismo año, durante estos meses las temperaturas en la Ciudad Capital suelen ser altas, las plantas presentaron un desarrollo vegetativo exuberante, pero al ser estas extraídas del sustrato se determinó que no hubo tuberización , la cual da inicio generalmente entre los 28-30 días después de la siembra, la planta de papa puede desarrollarse de forma óptima en climas ligeramente cálidos, siempre y cuando por las noches las temperaturas sean menores a los 20°C.(13)

Las variables respuestas evaluadas corresponden directamente a los mini tubérculos, por esta razón la investigación se realizó nuevamente durante los meses de noviembre del 2008 a enero del 2009.

Para la investigación las variables respuestas que fueron evaluadas se establecieron utilizando los criterios que ha establecido el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, siendo este el único ente que suministra semilla de papa en Guatemala. Las tres variables merecen misma la importancia para la producción de semilla de papa pre básica.

Se podría mencionar que el diámetro correspondiente al mini tubérculo puede no afectar directamente la obtención de una planta con las condiciones esperadas, siempre y cuando la semilla que está dando origen a esta posea como mínimo dos nudos.

El tratamiento cuatro (T4) junto al tratamiento tres (T3) son los más recomendados en función de las variables evaluadas, tomando en cuenta que el costo de los fertilizantes hidrosolubles es relativamente alto, la entidad productora debe de aprovechar de la mejor manera posible el fertilizante. El tratamiento cuatro requiere la aplicación de fertirriego

todos los días es decir cinco veces por semana, mientras que para el tratamiento tres la frecuencia de riego es de tres veces por semana.

El volumen de fertirriego aplicar repercute en la cantidad de fertilizante hidrosoluble que se está utilizando, por ejemplo, para el tratamiento cuatro la aplicación de fertilizante en gramos fue de 32.4 g por semana, mientras que para el tratamiento tres la cantidad utilizada fue de 19.44 g durante la semana. El costo del fertilizante en la mayoría de las distribuidoras oscila entre Q60.0-Q70.quetzales el kilo (1000 gramos)

Para el establecimiento de una producción masiva el utilizar el fetirriego de tres veces por semana en lugar de cinco reduciría considerablemente los gastos en fertilizante, ya que se utiliza casi un 40% menos de este insumo al utilizar la frecuencia que corresponde al tratamiento tres.

El tratamiento cuatro presentó un pequeño incremento en el diámetro de tubérculo, sin que exista una diferencia significativa para esta variable con respecto a las otras frecuencias de rego que se evaluaron.

Los tratamientos de una y dos aplicaciones de fertirriego por semana son los que presentaron los rendimientos más bajos, pueden utilizarse estas frecuencias en caso de que el productor no cuente con disponibilidad suficiente de fertilizante.

2.9. Conclusiones

- La metodología establecida, utilizando riego por goteo para la aplicación de un fertilizante hidrosoluble (AKAPHOS 18-18-18), presentó buenos resultados, obteniendo distintas cantidades de mini tubérculos de papa, en función a la respuesta ante la aplicación de cuatro frecuencias de fertirriego.
- Con la presente investigación se logró determinar que las condiciones climáticas en el área de la Ciudad de Guatemala, son adecuadas para la producción de semilla de papa con calidad pre-básica.
- Para la producción de semilla de papa, las temperaturas no deben ser mayores de los 28°C y ser menores de 20°C por las noches, puesto que entorpece el proceso de tuberización de la planta, afectando la calidad y cantidad de la semilla.
- Con los resultados obtenidos en la investigación que corresponde a la evaluación de cuatro frecuencias de fertirriego para la producción de semilla de papa, se recomienda como el mejor el tratamiento tres (T3), que corresponde a un fertirriego tres días a la semana.
- La cantidad de fertilizante aplicada en el tratamiento cuatro (T4), es mayor en un 40% a la cantidad que se utilizó en el tratamiento tres (T3), sin embargo estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre estos tratamientos.

2.10. Recomendaciones

- Dentro de la Facultad de agronomía se pueden realizar una serie de investigaciones para la producción de semilla de papa certificada pre-básica, estas pueden dirigirse hacia: la evaluación de diferentes sustratos, o bien distintas fuentes proveedoras de nutrientes (fertilizantes), con el objetivo de obtener semilla de calidad a un costo menor.
- LA Facultad de Agronomía cuenta con una ubicación sumamente accesible, lo que facilita a los productores de papa la compra de semilla, ya que actualmente existen pocos productores además del ICTA, quienes se dedican a la producción de semilla de papa certificada. La sede de esta institución se encuentra en el municipio de Olinstepeque, en el departamento de Quetzaltenango.
- La investigación se realizó utilizando como material vegetal la variedad de papa Loman, por lo que es recomendable evaluar la respuesta de algunas otras variedades de papa que sean de importancia económica en Guatemala, tales como: Atlantic, ICTAFRIT, Tollocan, y su adaptabilidad y respuesta a las condiciones climáticas del Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA).

2.11. Bibliografía

1. Abisambra Abisambra, A. 2007. Resolución (2501) por la cual se establecen los requisitos específicos mínimos para la producción de semilla certificada de papa (en línea). Bogotá, Colombia, Cevipapa. Consultado 10 set 2003. Disponible en http://www.antioquia.gov.co/organismos/agricultura/papa/cadena%20papa/requisitos_emilla.pdf
2. AGROCABILDO - Área de Agricultura, Ganadería, Pesca y Agua, ES. 2004. Recomendaciones de riego 2004, riego en el cultivo de papa (en línea). España. Consultado 27 jul 2009. Disponible en: http://www.agrocabildo.com/frp_rec_rieg_otros.htm
3. Bautista, MC. 2000. Evaluación del rendimiento de cuatro variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el cultivo hidropónico, utilizando como sustrato arena y cascarilla de arroz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 57 p.
4. Carrillo, RV. 2000. Determinación de la frecuencia y láminas de riego óptimas para el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) a través del método tensiométrico, bajo condiciones de la aldea Yulchén, San Rafael La Independencia, Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 80 p.
5. Christiansen, JA; Vargas Mechuca, R. 1980. La papa: su utilización. Guatemala, ICTA / PREDECODEPA. 50 p.
6. Cid, AR Del. 2000. El Cluster de la papa: programa regional cooperativo de la papa, el cultivo de la papa en cifras, septiembre del 2000. Guatemala, ICTA. 90 p.
7. Cordón Sosa, EN. 1991. Levantamiento detallado de suelos del Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 137 p.
8. Escalante, ER. 1981. Hidroponía. México, Universidad Autónoma de Chapingo. 176 p.
9. Ezeta, FN. 1999. Producción de semilla de papa en América latina, 1999 (en línea). Perú, RedPapa. Consultado 27 mar 2008. Disponible en: <http://www.redepapa.org/boletincinco.html>
10. Garay, AE. 1985. Calidad de la semilla y su importancia en la productividad. In CIAT, CO. Curso de enfermedades transmitidas por semilla. Cali, Colombia. 22 p.
11. García, JL; Santizo, JA. 2008. Probabilidades y estadística 2003: diseño completamente al azar: análisis de diseños estadísticos más utilizados (en línea). España. Consultado 20 mar 2008. Disponible en: <http://colposfesz.galeon.com/est501/dca/dca.htm>

12. ICTA (Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología Agrícolas, GT). 1986. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala. 144 p.
13. _____. 2000. Curso: producción de semilla certificada de papa. Quetzaltenango, Guatemala. 72 p.
14. _____. 2002a. Catálogo de variedades de papa. Guatemala. 22 p.
15. _____. 2002b. El cultivo de la papa en Guatemala. Guatemala. 52 p.
16. Jones, SB. 1987. Sistemática vegetal. Trad. por Maria de Lourdes Hesca Tapia. México, McGraw-Hill. 536 p.
17. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2002. Sistema de vigilancia fitosanitaria. Guatemala. s.p.
18. Maruland, CH. 1992. La huerta hidropónica popular curso audiovisual. Santiago, Chile, OEA / PNDUD. 118 p.
19. Montesdeoca M, F. 2005. Guía para la producción, comercialización y uso de semilla de papa de calidad. Ecuador, PNTR / INIAP-Proyecto Fortipapa. 21 p.
20. ONS (Oficina Nacional de Semillas, PE). 2004. Reglamento técnico para la certificación de semilla de papa (en línea). Perú. Consultado 23 mar 2008. Disponible en [HTTP://WWW.INIA.GOB.PE/WEBINIA/EDITAEXPERIMENTO.ASP](http://www.inia.gob.pe/webinia/editaexperimento.asp)
21. Ortuño, N; Franco, J; Oros, R; Main, G. 2008. Producción de tubérculos para semilla de papa libre de nematodos (en línea). Argentina, Argenpapa. Consultado 27 jul 2009. Disponible en: <http://www.argenpapa.com.ar/default.asp>
22. Pinza, M. 1997. Producción de semilla prebásica de papa (*Solanum tuberosum*) en invernadero con 3 orígenes y aporques, Santa Catalina-INIAP. Tesis Ing. Agr. Quito, Ecuador, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 12-13, 16-17.
23. Resh, H. 1998. Cultivos hidropónicos. 5 ed. Madrid, España, Mundi-Prensa. 558 p.
24. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de suelos de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.

2.12. Anexos



Figura 25 A. Ubicación de la investigación en los campos del Centro Experimental Docente de Agronomía – CEDA-

Foto: Camel Franco J.M.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

Peso	12	0.74	0.64	10.61
------	----	------	------	-------

1.1.1.1.1 Cuadro 12A de Análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2352.88	3	784.29	7.52	0.0103
Tratamiento	2352.88	3	784.29	7.52	0.0103
Error	834.19	8	104.27		
Total	3187.07	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=26.70108

Error: 104.2736 gl: 8

Tratamiento	Medias	n		
T3	107.93	3	A	
T4	107.25	3	A	
T1	96.39	3	A	B
T2	73.29	3		B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

NT	12	0.48	0.29	17.21
----	----	------	------	-------

1.1.1.1.2 Cuadro 13A de Análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	110.83	3	36.94	2.51	0.1328
Tratamiento	110.83	3	36.94	2.51	0.1328
Error	117.88	8	14.74		
Total	228.71	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=10.03736*Error: 14.7352 gl: 8*

Tratamiento	Medias	n	
T1	25.33	3	A
T3	25.33	3	A
T4	19.67	3	A
T2	18.89	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAM	12	0.45	0.25	19.24

1.1.1.1.3 Cuadro 14A de Análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.96	3	0.32	2.20	0.1657
Tratamiento	0.96	3	0.32	2.20	0.1657
Error	1.16	8	0.15		
Total	2.12	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.99569*Error: 0.1450 gl: 8*

Tratamiento	Medias	n	
T4	2.28	3	A
T1	2.07	3	A
T2	2.05	3	A
T3	1.52	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)



Figura 26 A. Plantas in vitro de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Loman, en el área de aclimatización en el laboratorio de cultivo de tejidos de la FAUSAC
Foto: Camel Franco J.M.



Figura 27 A. Tanque de almacenamiento para la aplicación de fertilizante en el Centro Experimental Docente de Agronomía
Foto: Camel Franco J.M.



Figura 28 A. Sistema de fertirriego establecido en uno de los invernaderos del CEDA, manejando diferentes frecuencias de riego por goteo
Foto: Camel Franco J.M.



Figura 29 A Planta de papa (*Solanum tuberosum* L.) a los cincuenta días después de la siembra, manejando diferentes frecuencias de riego, dentro de los campos del CEDA en la Facultad de Agronomía.
Foto: Camel Franco J.M.



Figura 30 A. Cosecha de los mini tubérculos aptos para el uso de semilla pre-básica de papa, bajo un sistema de fertirriego.

Foto: Camel Franco J.M.



Figura 31 A. Mini tubérculos de papa, obtenidos de la cosecha realizada para el tratamiento cuatro repetición dos.

Foto: Camel Franco J.M.



Figura 32 A. Cosecha de las diferentes unidades experimentales, para determinar cual de las frecuencias de fertirriego es la más adecuada en la producción de semilla de papa, (*Solanum tuberosum* L.)

Foto: Camel Franco J.M.



Figura 33 A. Mini tubérculos de papa obtenidos durante la Evaluación, donde se puede observar la diferencia de diámetro que existe entre ellos

Foto: Camel Franco J.M.

**CAPÍTULO III. INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN EL CENTRO
EXPERIMENTAL DOCENTE DE AGRONOMÍA –CEDA- DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA, EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE
GUATEMALA**

3.1 Presentación

Dentro del tiempo designado al Ejercicio Profesional Supervisado –EPS- se deben de realizar una serie de actividades, las cuales deben de beneficiar a la empresa, finca o comunidad en la cual se está llevando a cabo dicha práctica. A estas actividades se les da el nombre de servicios, los cuales se deben cumplir en el lapso de diez meses tiempo estipulado para el EPS de los estudiantes de la FAUSAC. Dentro de los servicios realizados se encuentran: la elaboración de un proyecto para el establecimiento de una planta pilonera, dentro de los campos del CEDA. La idea del implementar este tipo de estructuras es poder contar con un área para que los estudiantes desarrollen actividades dirigidas a la propagación de plantas, además de lograr un crecimiento como institución.

Para la implementación del segundo servicio se realizó la cotización y gestión de un sistema de riego para el área de huertos frutales, ésta se realizó con la compañía R&M de Guatemala, este equipo fue entregado a la Facultad de Agronomía en el mes de noviembre del 2,008, y estableciéndose en el área destinada al huerto de frutales durante los primeros meses del año 2,009. También se diseñó un mapa, en donde se ubicaron las especies frutales y su distribución en los campos de la FAUSAC.

La Facultad de Agronomía cuenta con un laboratorio de cultivo de tejidos, en el cual se realiza la multiplicación de varios materiales genéticos que corresponden a diversas especies, surgió el interés por contar con algunos de los materiales de papa de mayor consumo en Guatemala. Por lo que se realizaron los trámites correspondientes con el Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas -ICTA-, para obtener las variedades de papa: Loman, ICTAFRIT, Tollocan y Atlantic. Estos materiales se trasladaron desde el departamento de Quetzaltenango.

Se llevaron a cabo varias actividades con la empresa FASAGUA, quien realizó el evento llamado "Día de campo FASAGUA 2009" dentro de los campos de la Facultad de Agronomía. Se inició con la elaboración de mapas, en donde se seccionaron las áreas con las medidas que solicitaba la empresa, posteriormente se realizaron muestreos para análisis de suelo y agua, además un análisis fitopatológico realizado por la FAUSAC.

Los servicios antes mencionados se realizaron durante el período de febrero a noviembre del año 2,008.

3.2 SERVICIO 1. ELABORACIÓN DE UN PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PILONERA QUE PROVEA DE PLÁNTULAS AL ÁREA AGRÍCOLA DE LA FAUSAC Y AL PÚBLICO EN GENERAL DENTRO DE LOS CAMPOS DEL CEDA.

Con el establecimiento de una pilonera el objetivo que se desea alcanzar no es únicamente productivo sino también académico, dentro de la carrera de Ingeniero Agrónomo tanto en Sistemas de Producción Agrícola (SPA), como en Recursos Naturales Renovables (RNR) se presentan cursos enfocados a la producción de plántulas , tanto hortícolas como forestales, ornamentales entre otros. Sin embargo siempre se deben de establecer giras dentro de los cursos para poder hacer visitas de campo ha plantas productoras, al contar con una pilonera las prácticas se podrían realizar dentro de la Facultad de Agronomía y las visitas a campo utilizarse como refuerzo , o bien aplicación de alta tecnología dentro de esta rama.

3.2.1 Objetivos

3.2.1.1 General

Elaborar el proyecto para la implementación de la planta pilonera dentro del Centro Experimental Docente de agronomía, para dotar a la FAUSAC de un recurso didáctico y productivo para el aprendizaje en la reproducción de plantas.

3.2.1.2 Específicos

Independizar al CEDA de la compra de pilones a otras instituciones, o empresas en cuanto a la obtención de plántulas en pilón.

Cubrir en la mayor cantidad posible la demanda de plantas en pilón que presente el CEDA y venta a particulares

3.2.2 Metodología para la elaboración del proyecto para el establecimiento de una planta pilonera en el CEDA

3.2.2.1 Reconocimiento

A. Se realizó un listado a detalle de los diferentes materiales a utilizar para el establecimiento de una planta pilonera.

B. Durante los primeros meses se llevaron a cabo las visitas correspondientes a varias plantas que comercializan plántulas en pilón, como lo es Pilonas de Antigua S.A, la ENCA, con el objetivo de poder observar el funcionamiento de la mismas.

3.2.2.2 Cotización

A. Se contactaron las distintas empresas que manejan los materiales a utilizar, por ejemplo distribuidoras de semilla, bandejas de duroport, sustratos o turbas, y materiales para la construcción de un invernadero.

B. Una vez realizados los contactos, se dio inicio a la solicitudes de las pro-formas de las diversas empresas. Para presentar el proyecto se debía de contar con por lo menos tres distintas empresas que ofrecieran el mismo insumo.

C. Las actualizaciones de los precios se realizaron tres veces, la primera incluyendo el costo para la construcción del un invernadero, y las siguientes sin incluir este monto. Considerando el poder hacer uso de una de las estructuras ya establecidas.

3.2.2.3. Elaboración del proyecto

- A. Con los precios obtenidos se realizó un proyecto en donde se presenta el costo de producción de cada plántula en pilón, para poder establecer un precio de venta.
- B. Actualmente el proyecto no se ha logrado implementar dentro de la Facultad de Agronomía, ya que no se cuenta con el presupuesto necesario, tomando en cuenta las prioridades académicas y compromisos establecidos con anterioridad.

3.2.3 Proyecto para la implementación de una planta pilonera, dentro de centro experimental docente de agronomía –CEDA-

3.2.3.1 Introducción

Desde hace mucho tiempo se han realizado diferentes tipos de intentos que colaboren con el incremento de la actividad productiva dentro de los campos de Centro Experimental Docente de agronomía (CEDA), a continuación se presenta un proyecto para la implementación de una planta pilonera dentro de estos campos.

El costo total del proyecto haciende ha cuarenta un mil doscientos dos quetzales con ochenta centavos (Q41, 202.8), incluyendo el valor de la estructura metálica (invernadero) e insumos para la parte interna durante el año 2,008.

El costo de producción calculado para la producción por pilón utilizando semilla de tomate variedad Elios es de 15.5 centavos, siendo este un precio considerable para que en un futuro la facultad pueda ingresar a un mercado de plantas en pilón, por el momento la implementación de una pilonera facilita la obtención de plantas y promueve la independencia de la FAUSAC hacia otras empresas o instituciones que se dedican a la venta de pilones.

3.2.3.2 Planteamiento del problema

Durante el año 2,008 la Facultad de Agronomía no contaba con una estructura que estuviese destinada a la producción de plántulas en pilón, como consecuencia se mantuvo una dependencia hacia otras empresas o bien instituciones para la obtención de este producto.

En algunas ocasiones es necesaria la adquisición de cierta cantidad de plantas de algún cultivo en especial, en muchos de los casos para las actividades tanto de módulos como de laboratorios, esto se veía sometido a la utilización del material que se encuentra en disponibilidad dentro del mercado de pilones aunque no sea el material más indicado para realizar las investigaciones o proyectos productivos planteados, este tipo de situaciones no deberían de afectar a una Facultad que se dedica a la formación de Ingenieros en Sistemas de Producción Agrícola y Recursos Naturales renovables.

La Facultad de Agronomía debe de ser una institución que promueva el avance y la implementación de la tecnología agrícola, siendo este uno de los principales retos y compromisos que la misma enfrenta día con día.

Es necesario que todos los estudiantes que ingresan a la Facultad conozcan técnicas de propagación medianamente tecnificadas, sin tener que salir de estas instalaciones, además de ser un apoyo para el pequeño y mediano agricultor en lo que es extensionismo haciendo uso del potencial con el que se cuenta.

3.2.3.3 Justificación

Las estructuras de protección, como los invernaderos, forman parte de la agricultura moderna, ya que se manejan condiciones controladas para la producción de cultivos. El uso de este tipo de herramientas no es algo que se halla descubierto recientemente, todas estas actividades se han realizado desde hace siglos, el auge que ha tomado durante las últimas épocas se puede enfocar al incremento de las plagas y enfermedades en cultivos a campo abierto, la dificultad para su control y el cambio climático.

En la extensión de terreno con la que cuenta el CEDA, se establecen diversos cultivos después de cada ciclo productivo, el contar con una productora de pilones logra facilitar las fechas de siembra para que se acomoden a las actividades que realiza el personal de campo y con ello no interrumpir el manejo que se lleve a cabo en los otros cultivos y proyectos establecidos.

Dentro del pensum de estudios tanto para SPA o bien RNR existen cursos enfocados a la propagación de plantas, tanto hortícolas, como ornamentales, forestales, entre otros. Por lo que contar con una pilonera es un refuerzo en la parte académica. Desde el punto de vista productivo, cada paso que se da dentro de la implementación e introducción de tecnología en los campos de Centro Experimental Docente de agronomía, lo acerca poco a poco a un esperado autofinanciamiento, o bien contar con un mayor presupuesto para poder realizar todas las actividades que surgen de imprevisto en la agricultura, las cuales se deben de atender de inmediato para poder obtener una buena producción.

3.2.3.4 Objetivos

General

- Establecer una infraestructura para la producción de plántulas en pilón dentro de los campos del Centro Experimental Docente de la Facultad de agronomía.

Específicos

- Cubrir la demanda de plantas hortícolas y forestales en pilón que se presente dentro de la FAUSAC.
- Llegar a comercializar en un futuro plántulas en pilón, tanto dentro de los campos del CEDA y sus alrededores.
- Fortalecer el proceso de propagación de plantas que se encuentra dentro de los diferentes pensum de estudios de la Facultad de Agronomía.

3.2.3.5 Descripción del Proyecto

El principal objetivo de la estructura que se ha de estableció , es la producción intensiva de material de propagación, para poder cumplir inicialmente con la demanda de plántulas en pilón dentro de los campos del Centro Experimental Docente de Agronomía, y posteriormente ingresar al mercado de plántulas en pilón de Guatemala.

Particularmente se ha iniciado con la producción de los siguientes cultivos:

A corto plazo

- **Hortalizas**
 - Plántulas de tomate (variedad demandada por el consumidor)
 - Plántulas de chile pimiento.
 - Plántulas de crucíferas (brócoli, coliflor etc.)

- **Forestales (Pendiente)**
 - Plántulas de especies forestales como:
 - *Pinus oocarpa*
 - *Cupressus lucitanica*
 - Teca

A mediano- largo plazo

- Ornamentales.
- Frutales.
- Plantas aromáticas y medicinales.
- Propagación por partes vegetativas.

- Producción de semilla libre de virus y otros patógenos para cultivos comerciales.
- Producción de semilla híbrida generando los materiales propios de la Facultad de Agronomía, esto ya que se tienen contactos con personas especializadas en esta rama de la academia.

En la Facultad de agronomía no se contaba con una estructura destinada a la actividad de producción de plántulas en pilón, es por esta razón que se describe brevemente el listado de materiales que se necesitaron, posteriormente se podrá encontrar el costo de los mismos, luego de haber realizado una cotización con varias empresas dedicadas a la distribución de este tipo de materiales.

Materiales necesarios para la construcción de la planta pilonera dentro de los campos de Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA)

A. Estructuras de Hierro del Invernadero (Parte externa)

Piezas tubulares tipo proceso, de distintas dimensiones : $\frac{3}{4}$, $1 \frac{1}{2}$ y de 1 pulgada , por 2 mm de espesor.

Estas piezas se manipularán haciendo uso de una soldadura y electrodos, uniendo todas las piezas necesaria para poder armar la estructura metálica, es decir serchas , laterales etc.

Proveedor: La Ferre

Plástico

Este será utilizado como material de cobertura del invernadero un film plástico transparente hecho de una película de polietileno de baja densidad, con tratamiento U.V. y 6 milésimas de grosor, los fabricantes dan una vida útil a este plástico de aproximadamente 2 a 3 años, después de los cuales comienza a opacarse, impidiendo el buen paso de la luz.

Proveedor: EXTRUDOPLAST

Malla

Utilizada como recubrimiento de las paredes y las puertas del invernadero, el flujo de viento que este material permite mantener un ambiente fresco dentro de la estructura y

facilita en intercambio de gases para las plantas, en caso de que resulte necesario puede utilizarse algún tipo de malla anti afidos o la implementación de algún material, sólo si se presenta la necesidad, aunque no se considera necesario por el momento.

Proveedor: **POLYPRODUCTOS**

Los fabricantes dan una vida útil a esta malla de aproximadamente 4 años, sin embargo con frecuencia el deterioro se inicia luego de los 2 años de utilidad, después de los cuales el material ya no brinda la misma protección a los cultivos.

Tanto la malla como el plástico en el campo se recomienda que se puedan cambiar a cada 3 años y no esperar hasta el deterioro completo del material, esto para no afectar el desarrollo de los cultivos que pueden ser influenciados por la reducción de luz , influyendo durante el proceso de fotosíntesis. Además al rasgarse tanto la malla como el plástico permite o bien facilita el ingreso de plagas y/o enfermedades dentro del invernadero.

Cuadro 16 . Pro-forma ferretería "La Ferre", Facultad de Agronomía de la Universidad San Carlos de Guatemala

Materiales para la Infraestructura	Precio	Cantidad	Total
Tubos de 3/4 tipo proceso (invernadero)	108	60	6480
Tubos de 1 1/2 para patas y tensores (redondo)(invernadero)	250	25	6250
Tubos de 1" proceso	155	15	2325
Varillas de 5/8 para caballetes liso redondo	93	40	3720
Quintales de alambre galvanizado calibre 10(invernadero)	800	3	2400
Tensores de 1"	50	50	2500
Metro cuadrado de sarán 60% sombra	15	80	1200
Rollos de plástico de 5m de ancho (doble)	1400	2	2800
Lb de electrodo de 1/8 punto verde	8.5	50	425
Sierras de acero plata	6.5	10	65
Discos para corte de pulidora de 9"	20	7	140
Disco para pulir de 7"	35	1	35
Galones de fondo acrílico color blanco	135	2	270
Galones de thiner	81	5	405
Bolas de whipe	4	9	36
Brochas de 2"	9	5	45
			29096
Materiales para el sistema de Riego por nebulización			
Metro lineal de manguera ciega de 1/2"			
Llaves de 3/4 de palanca	55	3	165
Adaptadores machos de 3/4 pvc con rosca	1.9	50	95
Tubos de pvc de 3/4	33	3	99
Codos 3/4 lisos	2.2	4	8.8
			367.8
		TOTAL	29463.8

Fuente: Camel Franco J.M.

Cuadro 17 .Cotización proveniente de la empresa REGASA

Cantidad	Materiales para la Infraestructura	Precio	Total
60	Tubos de 3/4 tipo proceso (invernadero)	127.33	7639.8
25	Tubos de 1 1/2 para patas y tensores (redondo)(invernadero)	104.94	2623.5
15	Tubos de 1" proceso	140	2100
40	Varillas de 5/8 para caballetes liso redondo	91.6	3664
3	Quintales de alambre galvanizado calibre 10(invernadero)	640.2	1920.6
50	Tensores de 1"	187.5	9375
80	Metro cuadrado de sarán 60% sombra	15	1200
2	Rollos de plástico de 5m de ancho (doble)	1475	2950
50	Lb de electrodo de 1/8 punto verde	11.12	556
10	Sierras de acero plata	11.5	115
7	Discos para corte de pulidora de 9"	17.87	125.09
1	Disco para pulir de 7"	22.37	22.37
2	Galones de fondo acrílico color blanco		0
5	Galones de thiner	56.25	281.25
4	Bolas de whipe	13.62	54.48
5	Brochas de 2"	5.12	25.6
	Materiales para el sistema de riego por nebulización		
50	Metros lineales de manguera ciega de 1/2"	2.38	119
5	Llaves de 3/4 de palanca	81.25	406.25
50	Adaptadores machos de 3/4 pvc con rosca	1.88	94
3	Tubos de pvc de 3/4	31.25	93.75
4	Codos 3/4 lisos	2.25	9
	TOTAL		33374.69

Falta el valor del fondo acrílico color blanco

Fuente: REGASA

B. Parte interna de la estructura (Bancales, Mesas de trabajo, bandejas riego)

Dimensiones de los bancales:

En cada uno de los bancales se estableció una hilera doble de bandejas.

Permitiendo un espacio de 50 cm desde el inicio de la pared de la estructura hacia el primer bancel, el ancho de la mesa de trabajo (bancel) es de 1.3 metros o bien 130 cm, se ha mantenido un ancho entre mesas de trabajo de 80cms para que tanto el estudiante como el catedrático o bien el encargado del mantenimiento para esta planta pilonera pueda conducirse con libertad dentro del invernadero.

De esta manera se ha calculado que dentro de la estructura se colocaran 4 mesas o bancales a doble hilera, lo que permitirá un total de 8 filas de bandejas.

Utilizando un largo de 18m se proyectó una distribución de 54 bandejas (32cm) en cada bancel, lo que da un total de 432 bandejas, utilizando la pilonera a toda su capacidad. El número de plantas no se presenta en este proyecto, ya que depende del tipo de bandeja que se adquiera en función del número de celdas o cavidades según lo demande el cultivo. En el caso de las plantas forestales las dimensiones de las bandejas para tubetes como el número de celdas varía.

C. Tipo de bandeja

Las bandejas para la producción de pilones pueden presentarse en dos tipos de materiales estos son:

- Duroport
- Plástico

Por muchas razones se decidió cotizar bandejas de duroport, el precio de éstas es más alto que las de material plástico pero este se compensa con el tiempo de vida útil. Cuando el material se maneja con precaución estas pueden durar entre 10 y 12 años, sufriendo deterioro claro pero siguen cumpliendo fielmente con su función.

D. Numero de celdas

El número de celdas en las bandejas de duroport varia desde 242 a 338, según el gusto del productor y cultivo a sembrar.

E. Substrato

El sustrato es el material que se utiliza para darle anclaje a las plantas éste varia, el más conocido es el peat-most canadiense, ya que cuenta con vermiculita y perlita si se le solicita al distribuidor, algunas piloneras utilizan turba rubia entre otros. Actualmente en la FAUSAC se realiza una investigación sobre nuevas alternativas para la producción de sustrato haciendo uso de materia prima que se encuentra en el país..

F. Semilla

El costo de la semilla es bastante variable, este depende de una larga lista de factores, especialmente del mercado, basados en lo que los productores quieran.

Las semillas que se han modificado genéticamente, es decir se ha implementado algún tipo de fitomejoramiento en ellas presentan precios más elevados, las variedades que se han elaborado para la producción de plantas en invernadero también poseen precios altos, otra fuente de variación respecto a los precios es la casa comercial con la que se trabaje. Algunas de las empresas que se dedican a la venta de semilla son: Sakata, Semeca, pilones de Antigua, REGASA, Syngenta. Se cotizaron las variedades más cultivadas por los productores en los últimos años.

G. Fertilizantes

Los fertilizantes deben de ser preferentemente hidrosolubles sin embargo el precio de estos es mayor al de otros, pero se pueden buscar opciones que cumplan por completo las necesidades de las plántulas en pilón a cultivar

Cuadro 18 . Insumos necesarios para el establecimiento de la planta pilonera**

Insumo	Observaciones	Coti 1	Observaciones	Coti 2	Cantidad	Cantidad a utilizar	Total coti 1	Total coti2
Bandejas	SEMECA	PRECIO	HIDROTEC					
	(338 CELDAS)	Q35.00	(338 CELDAS)	34	1	200	7000	6800
	(242 CELDAS)	Q35.00	(242 CELDAS)	34	1	200		
Sustrato	Big mix	Q201.00	BM2	Q225	1 paca de 3.8 pies cúbicos	4 pacas	804	900
Semilla	Pilones de antigua		Seminis					
Tomate	Llanero, Romelia , Sn miguel o Río Blanco	Q300.00	Elios	Q443	5000 semillas (sobre)	Según pedido		
			Tara	Q1,036.50	5000 semillas (sobre)	Según pedido		
Chile pimiento	Tecun	Q400.00	hibrido Marconi Rosso	Q56	onza	Según pedido		
			Quetzal	1732.5	5000 semillas(sobre)	Según pedido		
Fertilizante	SEMECA		HIDROTEC					
	Polyfeet drip 12-0-43	Q462.00	Polyfeet 11-44-11 + EM	Q364.00	Saco de 25 Kg	100g/lt	Q462	Q364.00
			Polyfeet 20-20-20+ EM	Q325.00	Saco de 25 Kg	100g/lt		Q325.00
			Polyfeet 12-5-40+1Mg+EM	Q325	Saco de 25 Kg	100g/lt		Q325
Desinfección	METALOPLASTICAS S.A		NEO PLAST S.A					
	Baño plastico # 65	37	Baño plástico #65	35	1	2	74	70

Continuación cuadro 18

	ALQUIMICA		LIMPIEZA TOTAL					
	Cloro (galón)	25	Cloro(Galón)	20	1	9	225	180
	Amoniaco(galón)	30	Amoniaco(G alón)	25	1	5	150	125
				Total de desinfección			449	375
Mano de obra		3 días/sem ana	45 días cultivo				Q8,715	Q8,439 .00
Jornal/día	100	300	2100					
				Incluyendo 4 sobres de semilla de tomate llanero			1200	1200
COSTO TOTAL DE INSUMOS							Q12,01 5	Q11,73 9.00

**En los costos presentados en el cuadro anterior se incluye únicamente el uso de un fertilizante de HIDROTEC (Polyfeed 11-44-11+EM), y está incluido el costo del total de bandejas a adquirir que son 200 unidades para iniciar el proyecto.

Fuente: Camel Franco J.M.

Cuadro 19 Costos de producción para pilones de tomate tipo saladete (var. Elios) en el Centro Experimental Docente de Agronomía [CEDA]***

INSUMO	Precio	Pies ³	Bandejas (242)	Cm ³	Numero de celdas	Cm ³ por celda	Costo de sustrato por celda	Costo por bandeja
Sustrato (BM2)	225	3.8	50	108571.4 3	12100	8.972845 3	0.018595	4.5
Semilla (Elios Seminis)		Sobre	Bandejas (242)	Total de semillas	Número de sobres		Costo de semilla por celda	Costo por bandeja
	400	5000	50	12,100	2.42		0.08	19.36
Fertilizante		Saco	10 bandejas/1 Lt	Número de bandejas a fertilizar	Fertilizaciones por bandeja /litro	Costo de fertilización por ciclo	Costo de fertilización /celda	Costo de fertilización /bandeja
Polyfeed 11-44-11+EM	364	25 Kg	250 lts	2500	12.5	324.48	0.0067	1.6224
Polyfeed20-20-20+ EM	325	25 kg	250lts	2500	12.5	324.48		
Polyfeed 12-5-40+1Mg+EM	325	25kg	250lts	2500	12.5	324.48		
Total	1014							
Mano de obra		3 días/semana	45 días cultivo				Costo por celda	Costo Bandeja
Jornal/día	100	300	2100				0.0433884	10.5
Desinfección		Volume n a utilizan galones					Costo por celda	Costo por bandeja
Cloro	20	9					0.003719	0.9
Amoniaco	25	5					0.0025826	0.625
Costo de producción Total para pilones de tomate variedad Elios							Costo por pilón en centavos	Costo por bandeja en Quetzales
*** Se realizó únicamente con los costos variables en la producción.							15.5 (Q0.15498 51)	Q37.5074

Fuente: Camel Franco J.M.

3.2.3.6. Financiamiento

Actualmente el Centro Experimental Docente de Agronomía cuenta con un presupuesto aproximado de poco más de Q40, 000 quetzales (año 2,008); estos están distribuidos principalmente en combustible y mantenimiento para la maquinaria, fertilizante y otros insumos de tipo agrícola, por esta razón no puede disponerse de este capital para la implementación de la planta pilonera.

Se presentó este proyecto con un costo total de cuarenta un mil doscientos dos quetzales con ochenta centavos (Q41,202.8), en donde se incluye tanto la estructura externa como el costo de los insumos que se utilizaran para la producción de plantas en pilón.

Con base a los costos observados anteriormente en el presente trabajo se calcula que el valor de cada planta es de 15.5 centavos, lo que nos da un valor total de 155 quetzales, el millar de pilones producidos por la Facultad de agronomía en el Centro Experimental Docente (CEDA). Empresas como Pilones de Antigua manejan un precio que oscila entre 300-350 el millar de pilones de tomate, sin embargo este precio se encuentra sujetos a cambios en base al material genético que se utilice durante la producción (semilla).

En caso de que el pilón se comercialice tanto dentro como fuera de los campos del CEDA y la ciudad universitaria se puede establecer un precio que varíe entre 17 y 18 centavos, con los que se obtendrá una Utilidad bruta de Q15.00-Q25.00 respectivamente (por millar de planta comercializada).

La implementación de esta planta pilonera no sólo aumenta la capacidad productiva del CEDA, también mejora la formación de los estudiantes al permitirles un contacto directo con la propagación y producción de plántulas en pilón.

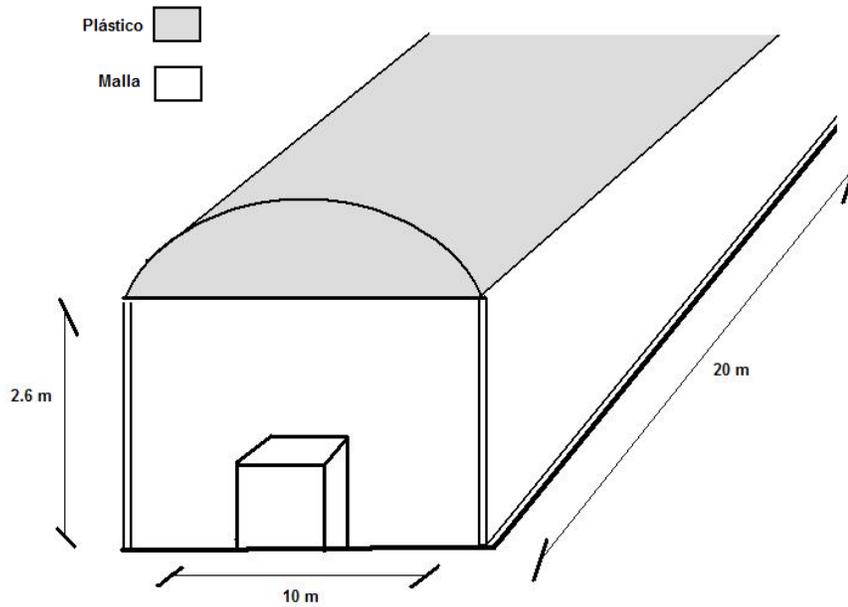


Figura 34 . Estructura externa de la planta pilonera
 Fuente: Camel Franco J.M.

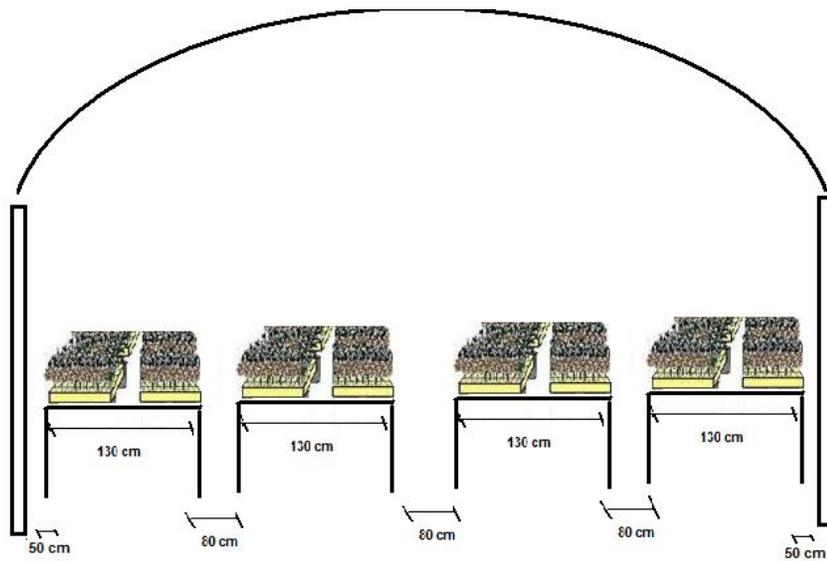


Figura 35. Distribución interna de la planta pilonera
 Fuente: Camel Franco J.M.

Cuadro 20 . Costos totales del establecimiento de la planta pilonera con la empresa DIFRESA como principal proveedora.

Insumos	Cotización 1			Empresa
	Precio unitario	Cantidad	Total	
Material para riego y bancales				
Metro lineal de manguera ciega de 1/2"	Q. 1.50	50 metros	Q. 75.00	DIFRESA
Llaves de 3/4 de palanca	Q. 60.00	5 llaves	Q. 300.00	
Adaptadores machos de 3/4 pvc con rosca	Q. 2.50	50 adaptadores	Q. 125.00	
Tubos de pvc de 3/4	Q. 32.00	3 tubos	Q. 96.00	
Codos 3/4 lisos	Q. 3.00	4 codos	Q. 12.00	
Tubos de 3/4 tipo proceso	Q. 121.00	10 tubos	Q. 1,210.00	
Varilla 5/8 para caballetes liso redondo	Q. 176.00	20 Varillas	Q. 3,520.00	
Tensores de 1"	Q. 70.00	30 Tensores	Q. 2,100.00	
Electrodo de 1/8 punto verde	Q. 15.00	20 Libras	Q. 300.00	
Fertilizantes y sustrato				
Saco de 25 kg polyfeed 1	Q. 450.00	1 saco	Q. 450.00	HORTITEC
Saco de 25 kg polyfeed 2	Q. 400.00	1 saco	Q. 400.00	
Saco de 25 kg polyfeed 3	Q. 425.00	1 saco	Q. 425.00	
Peat most	Q. 250.00	4 pacas	Q. 1000.00	
Bandejas				
Bandeja de 338 celdas	Q. 24.59	75 bandejas	Q. 1,844.25	SISTEGUA
Bandeja de 242 celdas	Q. 24.68	75 bandejas	Q. 1,851.00	
Semillas				
Tomate Zenit	Q. 450.00	5,000 Semillas	Q. 450.00	SEMECA
Chile Pimiento	Q. 812.00	1 Libra	Q. 812.00	
Brócoli Domador	Q. 207.75	5,000 Semillas	Q. 207.75	
Maíz dulce Sweet Country	Q. 550.00	10,000 semillas	Q. 550.00	AGROSEMILLAS
Lechuga Salinas	Q. 230.00	1 Libra	Q. 230.00	
Coliflor Snow bowl	Q. 196.00	1 Libra	Q. 196.00	
		TOTAL	Q.16,154.00	

Fuente: Camel Franco J.M.

Cuadro 21. Costos totales del establecimiento de la planta pilonera con la empresa REGASA como principal proveedora

Insumos	Cotización 2			Empresa
	Precio unitario	Cantidad	Total	
Material para riego				
Metro lineal de manguera ciega de 1/2"	Q. 2.30	50 metros	Q. 115.00	HORTITEC
Llaves de 3/4 de palanca	Q. 44.00	5 llaves	Q. 220.00	
Adaptadores machos de 3/4 pvc con rosca	Q. 8.00	50 adaptadores	Q. 400.00	
Tubos de pvc de 3/4	Q. 32.00	3 tubos	Q. 96.00	
Codos 3/4 lisos	Q. 8.00	4 codos	Q. 32.00	
Tubos de 3/4 tipo proceso	Q. 127.33	10 tubos	Q. 1,273.30	REGASA
Varilla 5/8 para caballetes liso redondo	Q. 181.50	20 Varillas	Q. 3,630.00	
Tensores de 1"	Q. 91.60	30 Tensores	Q. 2,748.00	
Electrodo de 1/8 punto verde	Q. 17.00	20 Libras	Q. 340.00	
Fertilizantes y sustrato				
Saco de 25 kg polyfeet 1	Q. 759.00	1 saco	Q. 759.00	DISAGRO
Saco de 25 kg polyfeet 2	Q. 759.00	1 saco	Q. 765.00	
Saco de 25 kg polyfeet 3	Q. 759.00	1 saco	Q. 740.00	
Peat most	Q. 260.00	4 pacas	Q. 1,060.00	Pilones de Antigua
Bandejas				
Bandeja de 338 celdas	Q. 34.00	75 bandejas	Q. 2,550.00	HORTITEC
Bandeja de 242 celdas	Q. 34.00	75 bandejas	Q. 2,550.00	
Semillas				
Tomate tipo Manzano Gloria	Q. 700.00	1000 semillas	Q. 700.00	AGROSEMILLAS
Chile Pimiento Rosario	Q.1,180.00	4000 semillas	Q. 1,180.00	
Maíz dulce Sweet Country	Q. 550.00	10,000 semillas	Q. 550.00	
Lechuga Saliinas	Q. 230.00	1 Libra	Q. 230.00	
Coliflor Snow bowl	Q. 196.00	1 Libra	Q. 196.00	
Brócoli Domador	Q. 207.75	5,000 Semillas	Q. 207.75	SEMECA
		TOTAL	Q.20,342.05	

Fuente: Camel Franco J.M.

Cuadro 22 . Costos totales del establecimiento de la planta pilonera con la Ferretería la Ferre como principal proveedora

Insumos	Cotización 3			
	Precio unitario	Cantidad	Total	Empresa
Material para riego				
Metro lineal de manguera ciega de 1/2"	Q. 2.38	50 metros	Q. 119.00	LA FERRE
Llaves de 3/4 de palanca	Q. 81.25	5 llaves	Q. 406.25	
Adaptadores machos de 3/4 pvc con rosca	Q. 10.88	50 adaptadores	Q. 544.00	
Tubos de pvc de 3/4	Q. 35.00	3 tubos	Q. 105.00	
Codos 3/4 lisos	Q. 10.00	4 codos	Q. 40.00	
Tubos de 3/4 tipo proceso	Q. 125.00	10 tubos	Q. 1,250.00	
Varilla 5/8 para caballetes liso redondo	Q. 192.50	20 Varillas	Q. 3,850.00	
Tensores de 1"	Q. 97.60	30 Tensores	Q. 2,928.00	
Electrodo de 1/8 punto verde	Q. 17.00	20 Libras	Q. 340.00	
Fertilizantes y sustrato				
Saco de 25 kg polyfeed 1	Q. 595.00	1 saco	Q. 595.00	MAYAFERT
Saco de 25 kg polyfeed 2	Q. 590.00	1 saco	Q. 590.00	
Saco de 25 kg polyfeed 3	Q. 580.00	1 saco	Q. 580.00	
Peat most	Q. 253.00	4 pacas	Q. 1,012.00	SEMECA
Bandejas				
Bandeja de 338 celdas	Q. 29.95	75 bandejas	Q. 2,246.25	INVERFLOHORSA
Bandeja de 242 celdas	Q. 29.95	75 bandejas	Q. 2,246.25	
Semillas				
Tomate tipo Manzano Llanero	Q. 750.00	5000 semillas	Q. 750.00	PILONES DE ANTIGUA
Chile Pimiento Tecún	Q.1,400.00	5000 semillas	Q. 1,400.00	
Maíz dulce Sweet Country	Q. 550.00	10,000 semillas	Q. 550.00	AGROSEMILLAS
Lechuga Salinas	Q. 230.00	1 Libra	Q. 230.00	
Coliflor Snow bowl	Q. 196.00	1 Libra	Q. 196.00	
Brócoli Domador	Q. 207.75	5,000 Semillas	Q. 207.75	SEMECA
		TOTAL	Q.20,185.50	

Fuente: Camel Franco J.M..

Continuación cuadro 23

TOTAL			492 7			6800			5990
	SEMECA				AGROSEMILLAS				
Semillas	Preci o	Canti dad	Tota l	Semillas	Precio	Canti -dad	Total	Semilla	Pre cio
Tomate zenit	450	1	450	Tomate manzano Gloria	700	1	700	Tomate tipo Manzano llanero	750
Chile pimiento	812	1	812	Chile pimiento Rosario	1180	1	1180	Chile pimiento Tecún	140 0
Brócoli domador	207.7 5	1	207. 75	Maíz Dulce Sweet country	550	1	550		
Coliflor	196	1	196	Lechuga Salinas	230	1	230		
TOTAL			166 5.75				2660		
			780						
			244 5.75						
TOTAL DE INSUMOS									
Cotización 1	17,38 5.75								
Cotización 2	20,55 4.05								
Cotización 3	19,57 9.75								

Fuente: Camel Franco J.M.

3.2.3.7 Resultados

El proyecto para la implementación de una planta productora de pilones dentro de la Facultad de Agronomía se presentó por primera vez a las autoridades en el mes de Marzo del año 2008. En esta presentación se incluían dentro de los costos totales la construcción de un invernadero, destinado específicamente para esta actividad de producción.

Sin embargo dado el costo total del proyecto, las autoridades administrativas sugirieron realizar una reestructuración del mismo, en donde se utilizaría una de las estructuras (invernaderos) con las que ya se disponían, esto para poder reducir los costos.

Durante el año 2,008 no fue factible la implementación del proyecto, ya que no se encontraba dentro del presupuesto de la institución, se esperaba que en cuanto existiera disponibilidad financiera se pudiera llevar a cabo.

Actualmente en la Facultad de Agronomía se encuentra un área destinada a la producción de plantas en pilón produciendo chile pimienta y tomate, utilizando uno de los invernaderos que existían previamente.

3.2.3.8 Evaluación

Puede considerarse con éxito la elaboración escrita del proyecto para la implementación de una planta pilonera dentro de los campos de la FAUSAC. Sin embargo se debe destacar que para lograr la aprobación de un financiamiento considerablemente alto, como lo es el de la construcción y equipamiento de un invernadero para la producción de plantas en pilón, las gestiones conllevan mediano a largo plazo.

Suelen presentarse imprevistos que requieren desembolsos durante el tiempo en que se desarrollan las actividades académicas (ciclo universitario), este tipo de situaciones no son favorables para que se puedan llevar a cabo proyectos que presenten adquisición de nuevos materiales. Dado que durante el año 2,008 período en el que se llevo a cabo este proyecto no se contaba con el presupuesto para la implementación del mismo, y en la

administración existió prioridad en cuanto a inversiones para otros proyectos este se pospuso.

Actualmente en los campos del CEDA ya se cuenta con una pequeña área apta para la producción de plantas en pilón, adaptada en uno de los invernaderos de existencia previa en donde se producen plantas de chile pimiento y tomate. Se espera que este proyecto crezca en función del tiempo, de manera que se diversifiquen las especies a producir.

3.3 SERVICIO 2. GESTIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EN LOS CAMPOS DEL CEDA PARA EL ÁREA DESTINADA A HUERTOS FRUTALES DENTRO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA Y UN MAPA EN DONDE SE PRESENTE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS PLANTAS EN EL ÁREA.

Durante el año 2,008 se realizó la siembra de varias especies de cítricos y otros frutales, actividad que se llevó a cabo por el modulo respectivo, sin embargo no se contaba con un sistema de riego adecuado. Así que se gestionó la aprobación del presupuesto para la implementación de un sistema de riego por goteo, el establecimiento de éste era necesario para no perder el material que se había logrado establecer.

3.3.1 Objetivos

3.3.1.1 General

Gestionar la adquisición de un sistema de riego por goteo para el huerto de plantas frutales establecido dentro del Centro Experimental Docente de Agronomía. -CEDA-

3.3.1.2 Específicos

Realizar el presupuesto para la compra de un sistema de riego por goteo a instalarse en el área destinada al establecimiento de huertos frutales en el CEDA.

Elaborar un mapa del área destinada a los árboles frutales, identificando las distintas especies establecidas.

3.3.2 Metodología para la gestión del sistema de riego por goteo en el área del huerto frutal

3.3.2.1 Reconocimiento del área

Se llevó a cabo el recorrido a través del área en donde se necesita el establecimiento del riego, en donde se encuentran diferentes especies de cítricos y algunos otros frutales.

Se realizó el recuento de la totalidad de árboles establecidos, con el objetivo de determinar cuántas plantas se debían resembrar.

3.3.2.2 Medición del área

Haciendo uso de un GPS (geoposicionador satelital), se logró determinar el área total de la plantación de frutales.

Aplicando el programa ArcGis, se desarrolló un mapa, en donde se pueden observar las distintas especies ya establecidas, así como los puntos en donde se deben de realizar las resiembras.

3.3.2.3 Gestión de compra

Con el conocimiento del área a trabajar y las condiciones de la misma, se realizó un listado de los materiales necesarios para la implementación del sistema de riego, estos se le presentaron al coordinador del CEDA durante el año 2,008 el Ing. Domingo Amador (QPD), para proceder con la solicitud.

Se enviaron los listados de materiales a varias empresas que manejan insumos de este tipo, para obtener al menos tres pro-formas a presentar en el área administrativa de la FAUSAC.

La empresa que presentó la cotización con el mejor precio fue R&M de Guatemala, además de contar con antecedentes de trabajar con la Facultad de Agronomía.

El equipo fue entregado la semana del 24 al 28 de noviembre del año 2,008, para poder instalarse durante los primeros meses del año 2,009. Actualmente se encuentra en funcionamiento y el área destinada al huerto de especies frutales cuenta con tres años de haber establecido, diversificándose periódicamente por el actual coordinador del CEDA el Ing. Agr. Jorge Mario Cabrera Madrid.

3.3.3 Resultados

Es sistema de riego por goteo que se gestionó para la facultad de Agronomía fue entregado por la empresa R&M de Guatemala en el mes de noviembre del año 2,008. Éste se encuentra actualmente en funcionamiento, en el área de frutales dentro de los campos del centro experimental docente de agronomía –CEDA-.

El costo total del sistema de riego fue de Q12,969.90 (Sin IVA), ya que las compras que son realizadas por la Universidad San Carlos de Guatemala son exoneradas de este impuesto.

Cuadro 24. Cotización del sistema de riego por goteo para el huerto frutal en el CEDA

 RIEGOS MODERNOS DE GUATEMALA, S.A. <small>MIEMBRO DEL GRUPO RIMOGUA 2,000 FINANCIAL CORP.</small>				
Producto	Especificaciones	Cantidad	Precio Unitario	Total
Rollo de manguera de goteo de 1000 metros	Goteo auto compensado o empaque de goteo sobre puesto	1	\$ 432.82	\$ 432.82
Pegamentos tubo de 25 gramos	Para tubo de PVC	2	Q21.10	Q42.20
Cintas de teflon de 1"	le cotizó la de 3/4"	2	Q2.75	Q5.50

Continuación cuadro 24

Adaptadores machos de 2"		2	Q7.16	Q14.32
Tapones hembra de rosca		2	Q20.18	Q40.36
Rollo de manguera ciega de 16 mm de grosor (4,000 m)		1	\$1,280.00	\$1,280.00
Conector de arranque (PVC 1) a manguera ciega		25	Q2.53	Q63.25
Tubo PVC, 80 PSI de 2"		15	Q55.31	Q829.65
Pegamento para tubo PVC tangit (cuartos de galón)		2	Q217.58	Q435.16
Cintas de teflon 1/2"		2	Q2.50	Q5.00
Codo liso de 90 grados PVC 2"		2	Q10.43	Q20.86
T lisa de PVC 2"		2	Q11.92	Q23.84
Goterros de 2 litros por hora		100	Q2.00	Q200.00
			TOTAL	14542.13

Fuente: Empresa Riegos Modernos de Guatemala

3.3.4 Evaluación

El establecimiento de este sistema era de vital importancia, ya que durante el ciclo 2,008 el grupo que cursaba el módulo de producción de plantas frutales logró el establecimiento de éste en la Facultad, la siembra se realizó en la época de invierno por lo que no hubieron pérdidas mayores en cuanto a plantas al no contar con riego, sin embargo la etapa crítica se esperaba para el verano del año 2,009, época en la que ya se encontraba en funcionamiento el riego por goteo.

Se realizó el mapa en donde se registran las especies establecidas, y los puntos en donde se debía de realizar la resiembra. Este servicio se concluyó satisfactoriamente en la actualidad el huerto de especies frutales es un área más diversificada, encontrando además de una amplia variedad de cítricos, frutales exóticos.

3.4 SERVICIO 3. OBTENCIÓN DE MATERIAL VEGETAL *IN VITRO* DE DISTINTAS VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L), QUE SE ENCUENTREN LIMPIOS LIBRES DE VIRUS Y BACTERIAS PARA PODER SER UTILIZADOS EN EL LABORATORIO DE CULTIVO DE TEJIDOS CON FINES DE INVESTIGACIÓN.

En la Facultad de Agronomía se cuenta con un laboratorio destinado al cultivo de tejidos, en el cual se llevó a cabo el establecimiento y multiplicación de cuatro variedades de papa donadas por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA-. Con el objetivo de que la FAUSAC lo pudiera utilizar en prácticas de los cursos impartidos en ambos semestres del ciclo universitario. Las variedades solicitadas al ICTA fueron: ICTAFRIT, Tollocan, Atlantic y Loman.

3.4.1 Objetivos

3.4.1.1 General

Gestionar y trasladar el material vegetal *in vitro* de diferentes variedades de papa, hacia las instalaciones del laboratorio de cultivo de tejidos de la Facultad de Agronomía, con la finalidad de utilizarlo tanto en la academia como para la investigación,

3.4.1.2 Específico

- Contar con las variedades de papa de mayor comercialización en Guatemala, en el laboratorio de cultivo de tejidos de la Facultad de Agronomía para su multiplicación.
- Multiplicar el material vegetal donado por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA- dentro de las instalaciones del laboratorio de cultivo de tejidos para la investigación y docencia.

3.4.2 Metodología

3.4.2.1 Gestión del material

- Se inició contactando al director del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola - ICTA-, cargo que durante el año 2,008 desempeñaba el Dr. Max González Salam.
- Se obtuvo una carta emitida por el decano y dirigida a la Inga Agr. Eleonora Ramírez, quien es la encargada del laboratorio de cultivo de tejidos en el departamento de Quetzaltenango.



Guatemala 03 de septiembre de 2008

Inga. Agra. Aida Eleonora Ramírez
 Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas –ICTA-
 Labor Ovalle, Olinstepeque
 Quezaltenango
 Tel. 77635097 – 77635436 - 77670370
 Correo: aerami@yahoo.com

Ingeniera Ramírez:

Reciba un cordial saludo deseando éxitos en sus trabajos de generación de conocimiento y tecnología.

Como parte de su trabajo de investigación de tesis los estudiantes de la Facultad de Agronomía: María Julia Camel Franco, Carné No. 2003-18856, y Walter Roldán Mansilla, Carné 2000-10316, han planificado trabajar con el cultivo de papa. Los materiales que estarán utilizando en sus ensayos son: Loman, ICTAFRIT, Tollocan, Atlantic, entre otros. Por escasez de semilla, no les ha sido posible encontrar material adecuado para iniciar su trabajo. Por lo anterior, recurrimos a su ayuda para que pueda facilitarnos unas plantitas in Vitro de dichos materiales. Estas plantitas serán multiplicadas hasta tener la cantidad de plantas para realizar los ensayos.

Esperando contar con su valioso apoyo me suscribo con mis mejores deseos en los logros de sus proyectos de investigación.


 Ing. Agr. Francisco Vasquez
 Decano



Figura 36. Carta emitida por el Decano de la Facultad de Agronomía para la Ingeniera encargada del laboratorio de cultivo de tejidos en el ICTA de Olinstepeque.
 Fuente: Camel Franco J.M.



Guatemala 03 de septiembre de 2008

Ing. Agr. Guillermo Chávez
Encargado del Proyecto de Papa
Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas –ICTA-
Labor Ovale, Orintepeque
Quezaltenango
Tel. 77635097 – 77635436 - 77670370

Ingeniera Chávez:

Reciba un cordial saludo deseando éxitos en sus trabajos de generación de conocimiento y tecnología.

Como parte de su trabajo de investigación de tesis los estudiantes de la Facultad de Agronomía: María Julia Camel Franco, Carné No. 2003-18856, y Walter Roldán Mansilla, Carné 2000-10316, han planificado trabajar con el cultivo de papa. Los materiales que estarán utilizando en sus ensayos son: Loman, ICTAFRIT, Tollocan, Atlantic, entre otros. Por escasez de semilla, no les ha sido posible encontrar el material vegetativo adecuado para iniciar su trabajo. Por lo anterior, recurrimos a su ayuda para que pueda facilitarnos unos tubérculos de los materiales antes mencionados para poder realizar los estudios.

Esperando contar con su valioso apoyo me suscribo con mis mejores deseos en los logros de sus proyectos de investigación.



 Ing. Agr. Francisco Vásquez
Decano

Figura 37. Carta emitida por el Decano de la Facultad de Agronomía para el Ingeniero Chávez, encargado de la producción de semilla de papa.

Fuente: Camel Franco J.M.

3.4.2.2 Traslado del material vegetal

Se realizó el viaje hacia el departamento de Quetzaltenango, al municipio de Olinstepeque, en donde la Inga. Eleonora Ramírez fue quien dio la orden para que el material vegetal fuera extraído del laboratorio y preparado para el traslado.

Las variedades que el ICTA donó a la Facultad de Agronomía fueron: Loman. ICTAFRIT, Tollocan y Atlantic.

3.4.2.3 Multiplicación del material

Después de haber trasladado el material, éste permaneció durante unos mese en el laboratorio de cultivo de tejidos esperando que llegara a una cantidad suficiente para realizar la multiplicación, en las condiciones de limpieza necesarias para evitar la contaminación del material.

3.4.3 Resultados

En el laboratorio de cultivo de tejidos de la Facultad de Agronomía, ahora se cuenta con cuatro distintas variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), materiales que se encuentran libres de patógenos.

El interés por el estado de limpieza del material vegetal obtenido, se debe a que los kits para la determinación de los distintos virus que afectan el cultivo de la papa son bastante costosos, y no se cuenta con ellos en las instalaciones de la FAUSAC.

Con este tipo de material, posteriormente se puede llevar a cabo una segunda fase, que debe realizarse en invernadero bajo condiciones controladas en un sustrato inerte para obtener mini-tubérculos sanos y multiplicarlos posteriormente en el campo para poder obtener semilla sana al alcance de los agricultores.



Figura 38. Tubos con las Variedades Loman, ICTAFRIT, Tollocan
Foto: Camel Franco J.M.



Figura 39. Materiales en período de adaptación en el laboratorio de cultivo de tejidos
Foto: Camel Franco J.M.



Figura 40. Frascos en los que se propagaron las cuatro variedades de papa donadas por el ICTA, se obtuvieron 15 frascos de cada una.

Foto: Camel Franco J.M.



Figura 41. Variedades ICTAFRIT, Loman, Tollocan y Atlantic, propagadas y utilizadas para investigación en el laboratorio de cultivo de tejidos en la FAUSAC.

Foto: Camel Franco J.M.

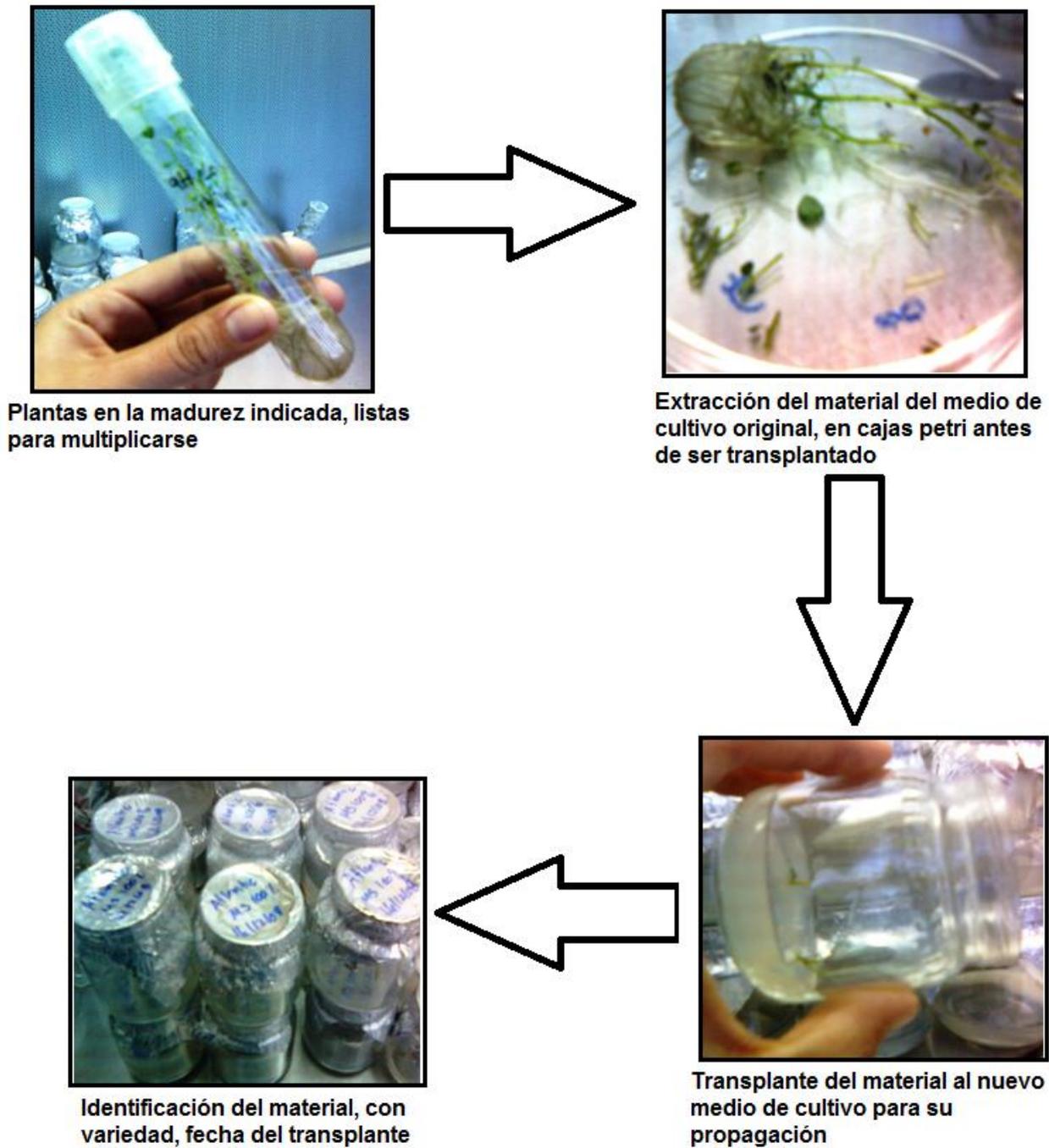


Figura 42. Actividades realizadas para la multiplicación del material de papa en el laboratorio de Cultivo de Tejidos de la FAUSAC

Foto: Camel Franco J.M.

3.4.4 Evaluación

Actualmente en el laboratorio de cultivo de tejidos de la facultad de Agronomía se cuenta con cuatro de las variedades de mayor importancia económica en Guatemala, en cuanto a producción e importancia comercial. El material vegetal ha sido utilizado con fines de investigación por otros estudiantes, evaluando el crecimiento y desarrollo de las plántulas aplicando variantes en los medios de cultivo.

Se le debe de dar el crédito correspondiente al –ICTA- por la generosa donación y el apoyo que proporcionó durante todo el proceso de obtención del material, principalmente en las diversas actividades en las que se utilicen las plantas *in Vitro*, reconociendo que el trabajo de limpieza fue realizado por la institución antes mencionada.

El servicio se llevó a cabo de manera satisfactoria, además después del establecimiento del material y la multiplicación del mismo se realizaron distintas investigaciones, evaluando concentraciones de hormonas para las variedades antes mencionadas. Pueden surgir nuevas investigaciones en las que se busque cual de los materiales responde mejor al clima en la Ciudad de Guatemala.

3.5 SERVICIO 4. ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS

3.5.1 Apoyo a las actividades de la empresa FASAGUA

La Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala – FASAGUA- surgió en el año 1,999. Inicialmente ésta institución se encontraba formada por diez asociaciones actualmente se han sumado dos empresas más a esta prestigiosa asociación, cada dos años este prestigioso grupo lleva a cabo una actividad cuyo nombre es “Día de campo FASAGUA” en el cual varias empresas establecen parcelas demostrativas con el objetivo de que el sector agrícola conozca sus productos y los beneficios de los mismos.

En años anteriores este evento se había realizado en la Escuela Nacional Central de Agricultura –ENCA-, pero desde el año 2,008 se estableció un convenio con la Facultad de Agronomía , obtenido por el Ingeniero Domingo Amador (QEPD) en el cual se logró que desde el año 2,009 dicho evento se lleve a cabo en los campos del CEDA.

3.5.2 Objetivo

3.5.2.1 General

Apoyar el desarrollo de las actividades que se realizaron durante el período de julio a noviembre del 2,008, para la presentación del evento FASAGUA-FAUSAC 2,009.

3.5.3 Metodología

- Establecer contacto con el Ingeniero Marvin Castillo, coordinador del Evento FASAGUA 2009.
- Medición del área asignada para FASAGUA, dentro de los Campos del Centro Experimental Docente de Agronomía y seccionarla en cuatro campos lo mas equitativamente posible.
- Elaboración de los mapas con la distribución de los campos solicitados por el Ing. Domingo Amador (QEPD) y el Ing. Marvin Castillo Cooperante de FASAGUA.
- Muestreo Fitopatológico de las áreas delimitadas solicitado por la Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala.
- Se llevó a cabo la solicitud en el laboratorio de diagnostico fitopatológico de la Facultad de Agronomía, al cual se traslado el muestreo realizado en los campos del CEDA que se habían destinado al evento FASAGUA.
- Muestreo de Suelos Realizado en los campos asignados a FASAGUA.

- Toma y traslado de una muestra para determinar la Dureza del agua utilizada para riego dentro de los campos del CEDA.

3.5.4 Evaluación

Se llevaron a cabo las mediciones de las diferentes áreas, de manera que fueran las más exactas y precisas correspondientes a las áreas solicitadas por FASAGUA, el fin de esta actividad fue realizar el mapa en donde se distribuirán las diferentes hortalizas a establecer durante la última semana del mes de Noviembre del 2,008. A partir de las mediciones realizadas se elaboraron varios mapas los que le fueron enviados al Ingeniero Agr. Marvin Castillo.

Los muestreos realizados, tanto de suelos como el análisis fitopatológico fueron necesarios para conocer deficiencias nutricionales que deberían suplirse, como el manejo que debía aplicarse en las distintas áreas previo al establecimiento de los cultivos y posterior a ello. El servicio no planificado se llevó a cabo satisfactoriamente apoyando en todo lo solicitado por el grupo FASAGUA y la Facultad de Agronomía.

3.6 Bibliografía

1. FASAGUA (Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala, GT). 2005. Información general, origen y antecedentes (en línea). Guatemala. Consultado 24 set 2009. Disponible en <http://www.fasagua.com/default.php?lng=&showpage=3>
2. ICTA (Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología Agrícolas, GT). 1986. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala. 144 p.
3. _____. 2000. Curso: producción de semilla certificada de papa. Quetzaltenango, Guatemala. 72 p.
4. _____. 2002a. Catálogo de variedades de papa. Guatemala. 22 p.
5. _____. 2002b. El cultivo de la papa en Guatemala. Guatemala. 52 p.

3.7 Anexos



Figura 43 A. Mapa para el área de frutales, identificando la distribución de las especies establecidas en el -CEDA-

Foto: Camel Franco J.M.

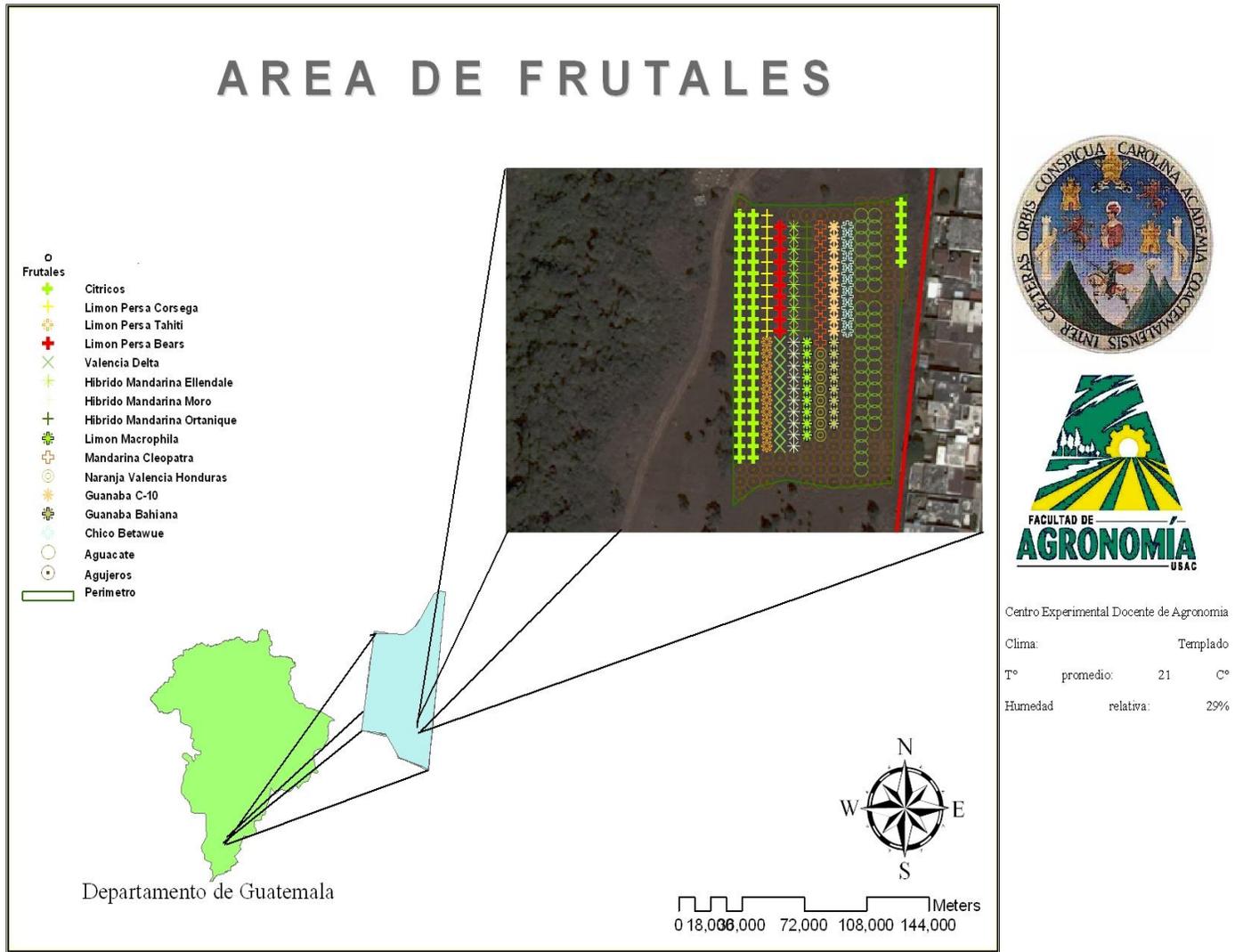


Figura 44 A . Ubicación del área de Frutales en la Facultad de Agronomía
Foto: Camel Franco J.M.

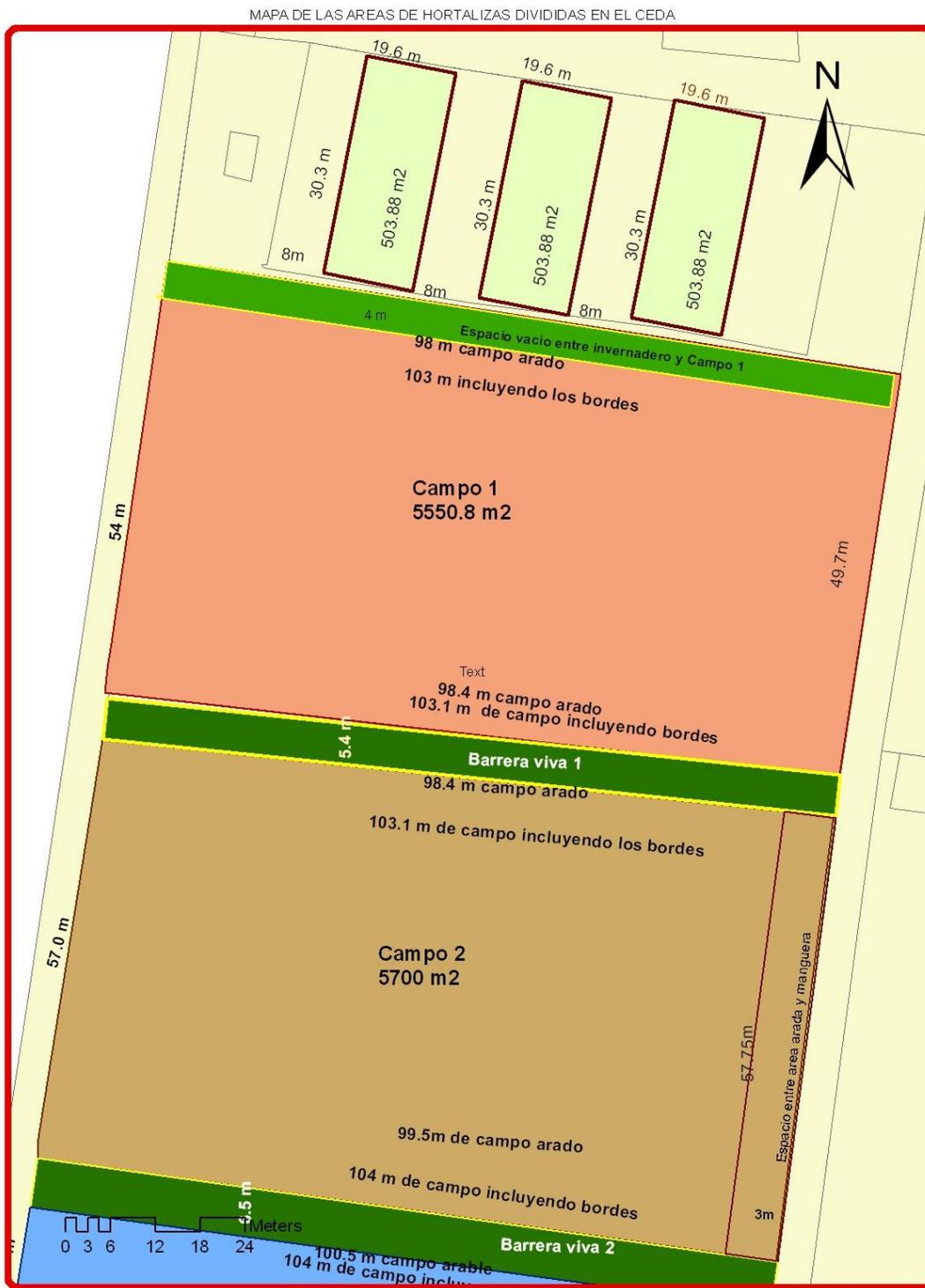


Figura 46 A. Mapa de los primeros dos campos en los que se realizó el evento FASAGUA durante el año 2009.

Foto: Camel Franco J.M.

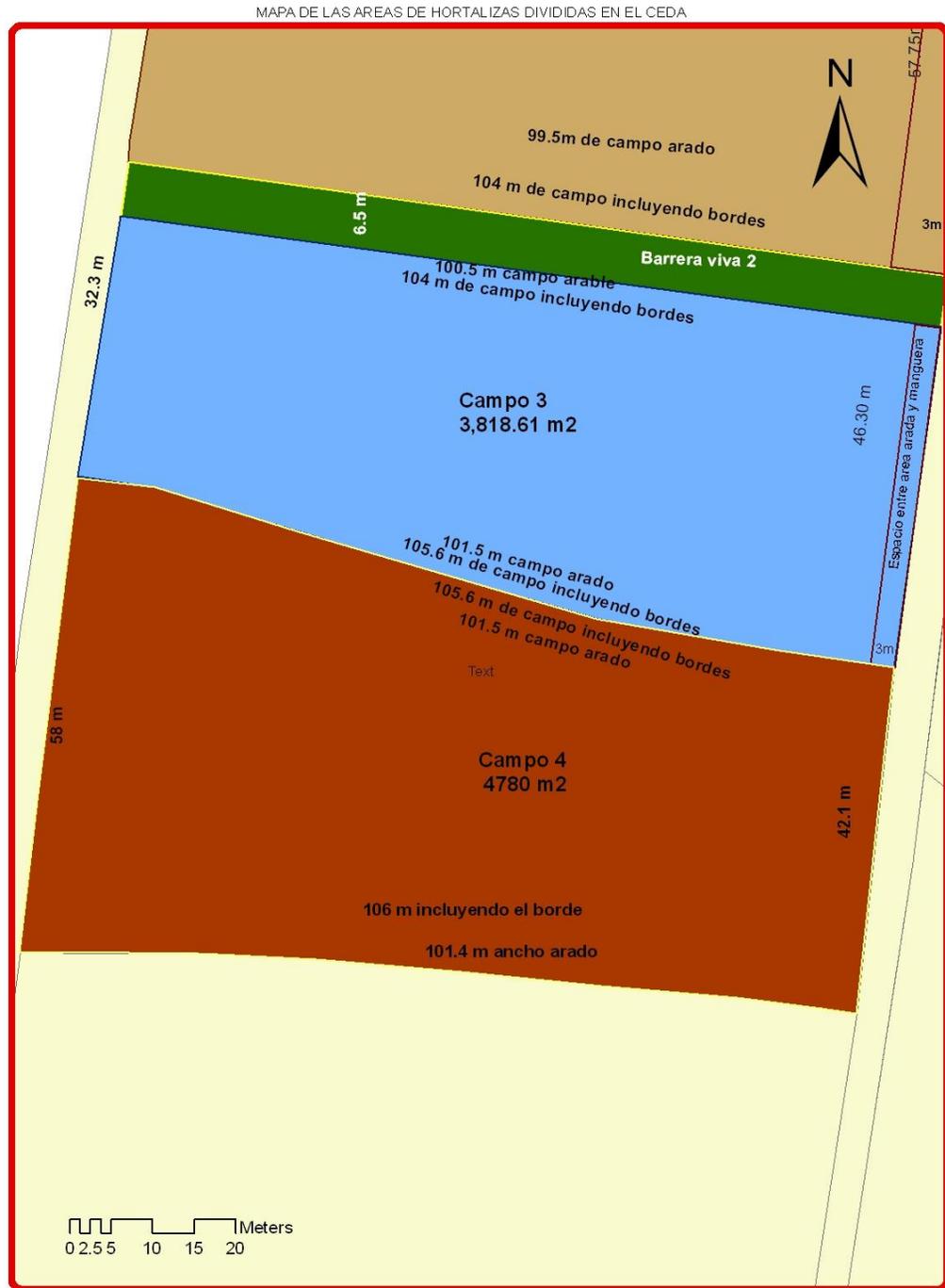


Figura 47 A. Mapa del campo cuatro en el que se realizó el evento FASAGUA durante el año 2009.

Foto: Camel Franco J.M.